

В.О. Соловьев, В.А. Терешенко, И.М. Фык, А.О. Яковлев

# **ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

## **Учебное пособие**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. В.Н. КАРАЗИНА

**В.О. Соловьев, В.А. Терещенко,  
И.М. Фык, А.О. Яковлев**

# **ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

Учебное пособие

Харьков  
2012

*Рекомендовано к изданию:*

*Ученым советом факультета «Технологии органических веществ» НТУ «ХПИ»  
(Протокол № 1 от 14.09.2012)*

*Ученым советом геолого-географического факультета ХНУ им. В.Н. Каразина  
(Протокол № 3 от 19.10.2012)*

**В.О. Соловьев, В.А. Терещенко, И.М. Фык, А.О. Яковлев**

**Рецензенты:**

А.И. Лурье (Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина)

Ю.В. Боковикова (Харьковский региональный институт гос. управления  
Национальной академии при Президенте Украины)

У посібнику розглянуті всі головні напрямки нафтогазової і загальної геології. Викладені основи геологічних знань, умови накопичення нафти і газу, просторове розміщення вуглеводневих скупчень, закономірності регіональної й глобальної їх концентрації. Наведена навчальна програма, рекомендовані теми рефератів.

Призначено для студентів зі спеціальності «Розробка нафтогазових родовищ», спеціалістів, викладачів й студентів, що працюють або навчаються у цієї галузі.

**Геология** нефти и газа: учеб. пособ. / В.О. Соловьев, В.А. Терещенко, Г36 И.М. Фык, А.О. Яковлев. — Х. : НТУ «ХПИ», 2012. — 148 с.

В пособии рассмотрены все основные направления нефтегазовой и общей геологии. Изложены основы геологических знаний, условия накопления нефти и газа, площадное размещение углеводородных скоплений, закономерности региональной и глобальной их концентрации. Приведена учебная программа, рекомендованы темы рефератов.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Разработка нефтегазовых месторождений», специалистов, преподавателей и студентов, работающих или обучающихся в этой области.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>1.ОСНОВЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ .....</b>	<b>6</b>
Структура геологических наук .....	6
Вещество земной коры .....	10
Процессы, формирующие земную кору .....	16
Внутреннее строение Земли, структура земной коры .....	20
Осадочный слой земной коры .....	23
Структурная геология .....	26
Гидрогеология.....	37
<b>2. УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА .....</b>	<b>43</b>
История освоения нефтегазовых скоплений .....	43
Состав и свойства нефти и природного газа .....	47
Условия залегания нефти и газа в земной коре .....	48
Залежи и месторождения нефти и газа .....	51
Миграция нефти и газа, формирование залежей .....	55
<b>3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УВ .....</b>	<b>57</b>
Основные закономерности размещения УВ по площади и разрезу .....	57
Факторы контроля и типы нефтегазонакопления в литосфере ....	59
Нефтегазогеологическое районирование .....	61
Методика поисков и разведки залежей нефти и газа .....	63
Происхождение нефти и газа .....	71
<b>4. РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ГЛОБАЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УВ ...</b>	<b>75</b>
Нефтегазоносные провинции мира .....	75
Нефтегазоносность Украины .....	91
Геологическое строение и нефтегазоносность Туркменистана ....	98
Геологические условия размещения .....	102
Основные направления современных нефтегазопоисковых работ .....	105
Экологические проблемы районов добычи нефти и газа .....	109
Перспективы дальнейшего обеспечения энергоресурсами .....	115
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>118</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>120</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>123</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Курс «Геология нефти и газа» (ГНГ) предназначен для подготовки специалистов в области добычи нефтяных и газовых месторождений, которая недавно введена в НТУ «ХПИ». Он входит в число основных, формирующих у студента знания о составе и строении земной коры, условиях размещения в них нефтегазовых скоплений. Курс рассчитан на один семестр (третий, на втором курсе) и завершается экзаменом. Кроме лекционного материала в объеме 32 часов, при освоении данного материала предусмотрены практические и лабораторные занятия, включающие знакомство с горными породами, природными процессами, формирующими земную кору, выполнение и анализ структурно-геологических построений, посещение Музея природы, а также индивидуальные задания (рефераты и др.). Список тем таких заданий и основных рефератов приведен в приложениях. Там же приведена рабочая программа курса, список рекомендованной литературы, основные вопросы, требующие освоения определенной информации. Общий объем нагрузки порядка 330 часов (при наличии двух учебных групп).

Исходящие ГНГ студенты не имеют систематизированных знаний по своей профессии (кроме курса «Введение в специальность»). В том числе, не имеют элементарных знаний в области геологии, так как нынешние школьные курсы практически не дают их нам; хотя именно в недрах земной коры размещены те полезные ископаемые, которые в будущем они планируют разрабатывать. Такое положение и определяет структуру курса, который мы готовимся освоить. Он включает четыре основных раздела: «Основы геологических знаний», «Условия накопления нефти и газа», «Геологические условия размещения углеводородных (УВ) скоплений» и «Закономерности региональной и глобальной концентрации УВ». Вероятно, основные знания по геологии будут получены именно в этом курсе.

Во вводной части необходимо уточнить общие требования к освоению курса. Нужно не заучивать огромную приведенную здесь информацию, а хорошо понимать суть изложенного материала. Хотя какие-то положения нужно знать твердо (стратиграфическую шкалу, понятия о коллекторах и покрышках, типах ловушек, основных нефтегазо-носных структурах). Чтобы сделать акценты на главных

положениях, после всех основных разделов приведены вопросы; частично они будут фигурировать в экзаменационных билетах. Оценка усвоенного курса будет включать посещаемость занятий, ведение записей лекций, участие в практических занятиях (оно является обязательным), составление рефератов, письменных опросов, других работ.

В зависимости от других учебных предметов кафедры, которые в той или иной степени могут повторять вопросы, рассматриваемые в ГНГ, объем и программа данного курса может меняться. Она также будет зависеть от контингента студентов и мест планируемой их работы.

## 1. ОСНОВЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

### Структура геологических наук

Геология представляет собой сложный комплекс наук, изучающих земную кору (литосферу). Чтобы лучше понять ее суть, нужно рассмотреть или хотя бы перечислить основные ее науки. Именно они могут показать многообразие тех исследований и тех вопросов, которые решает геология. Среди таких наук различают:

1) науки о веществе земной коры, которые включают минералогию, петрографию, литологию. Особенно важной для нас является литология, изучающая условия формирования, размещения и свойства осадочных горных пород, которые вмещают нефтегазовые скопления;

2) динамическая геология изучает природные процессы, формирующие земную кору: магматизм, осадконакопление, а иногда и преобразование ранее сформировавшихся пород и геологических тел (метаморфизм); это очень многообразное направление и форма деятельности, о которой мы частично могли узнать в школе, когда нам рассказывали о вулканизме, горообразовании, разрушении земной поверхности;

3) о структурах, сформировавшихся в земной коре, и тех движениях и процессах, что их обусловили, нам рассказывает структурная геология; это тоже очень важное для нас направление геологии, так как именно созданные тектоническими движениями геологические (тектонические) структуры обуславливают концентрацию в каких-то из них нефти и газа, что особенно интересует специалистов, ведущих их разработку; общие вопросы проявления тектонических движений и развития их в пространстве и во времени расшифровывает наука геотектоника;

4) в качестве самостоятельной науки выделяется региональная геология, которая изучает геологическое строение определенных площадей — материков, океанов, отдельных стран или их нефтегазоносных площадей;

5) историческая геология представляет собой большой комплекс наук, которые расшифровывают историю развития отдельных площадей и земной коры в целом; нас в этой науке интересует, прежде всего, стратиграфия, которая позволяет проследивать на большие расстояния и даже в глобальном масштабе отложения определен-

ного возраста, сопоставлять региональные нефтегазоносные отложения и покровы и др.;

б) учение о полезных ископаемых, к числу которых относится нефть и газ, также рассматривается как самостоятельная геологическая наука или отдельное ее направление; кстати, именно изучением геологии нефти и газа мы сейчас и занимаемся; близка к ней по содержанию оформившаяся сравнительно недавно нефтегазопромысловая геология, которая также является предметом интереса нашей специальности;

7) еще одним важным для нашего изучения направлением являются подземные воды и наука, которая их изучает — гидрогеология; именно подземная гидросфера обуславливает перемещение и концентрацию нефтегазовых скоплений, изолирует их снизу, создавая определенные залежи и давления;

8) в последнее время в качестве самостоятельного направления оформляется экологическая геология, предметом изучения которой является расшифровка воздействия человека на недра; в процессе поисков, разведки и разработки углеводородов происходит очень интенсивное загрязнение окружающей природной среды, о котором мы должны хорошо знать и по возможности сокращать или даже избегать его.

Вместе с физической географией, которую мы изучали в школе, геология образует комплекс наук о Земле. Ряд наук естествознания, среди которых знакомые нам физика, химия, биология, астрономия, образуют с геологией пограничные науки, решающие отдельные частные вопросы. Так геофизика помогает нам устанавливать физическими методами (тепловыми, сейсмическими, гравитационными и др.) глубинное геологическое строение интересующих нас площадей. А также абсолютный возраст определенных пород и геологических тел. Геохимия, наряду с минералогией и петрографией, — характеризует вещественный состав земной коры и более глубоких зон планеты; она же лежит в основе некоторых поисковых методов. На границе биологии с геологией сформировалась палеонтология, которая позволяет по остаткам ископаемых организмов определять возраст вмещающих их отложений и производить межрегиональное и даже глобальное сопоставление; она является основой биостратиграфии. Ряд наук сформировался на границе геологии и географии и среди них — палеогеография, геоморфология, неотектоника.

Геология, являющаяся составным элементом естествознания, имеет целый ряд своеобразных методов. Вещество земной коры,



ее минералы и горные породы изучаются под микроскопом. Такие микроскопические исследования позволяют не только более точно определять состав пород, но и выявлять в них характер пористости и трещиноватости. Для общего представления о строении недр тех или иных площадей составляются геологические, а также тектонические и другие карты; картосоставительские работы вообще являются характерной чертой наук о Земле. Восстановление событий геологического прошлого — существование морей, океанов и материков, климатов и рельефа осуществляется по аналогии с современными наблюдениями (метод актуализма). О геологическом строении какой-то мало изученной площади и ее полезных ископаемых позволяет судить метод аналогий, своеобразных сопоставлений. Так, находки сибирских алмазов, а также нефтегазовых скоплений в Западной Сибири и Днепровско-Донецкой впадине первоначально прогнозировались на основании геологических сопоставлений, по аналогии с теми площадями и регионами, где были известны такие полезные ископаемые. Наконец, в геологии нефти и газа очень важны количественные, или математические методы оценки запасов и прогнозов, определенных параметров (давлений, скоростей перемещения и др.), каких-то других свойств. А также использование геофизических, палеонтологических и других методов изучения недр.

Естественно, что такую информацию невозможно освоить только на лекциях; частично это будет сделано на практических занятиях. Кроме того, далеко не все геологические науки будут изучаться нами. Мы познакомимся с осадочными горными породами, геологическими структурами, которые могут вмещать нефтегазовые скопления, регионально-геологическими условиями тех площадей, которые представляют интерес для геологии нефти и газа, и где мы планируем работать. Очень важным для нас является понимание многообразия, сути и характера движения подземных вод, которые ограничивают снизу залежи углеводородов, играют важную роль в процессе их перемещения и сохранения, а также разработки месторождений. Наконец, охрана окружающей среды и вредное воздействие на недра в процессе бурения и эксплуатации скважин потребует от нас элементарных знаний в области экологической геологии, охраны окружающей среды.

Наконец, знакомство с геологией потребует от нас хотя бы простейших знаний об истории формирования этой науки. Вещество земной коры — камень, минерал, какие-то простейшие полезные ископаемые — человек начал изучать еще в период первобытного

общества. В древней своей истории он наблюдал природные процессы и катастрофы, изучал колебания уровня моря, задумывался над причиной солености океана и природе источников воды, поступающих из недр. А также о вопросах происхождения Земли, ее месте в космосе. Или о происхождении отдельных полезных ископаемых, которые он искал и разрабатывал. Вплоть до фантастического дерева металлов, растущего в недрах, на ветвях которого растут интересующие его металлы.

Как самостоятельная научное направление геология сформировалась значительно позже других наук естествознания; считается, что основы ее сформулировал Ч. Лайель (1830–1833). Тогда же человека начали интересовать катастрофы в истории Земли, климаты прошлого и, в частности, проблема древних оледенений и существования материков прошлого, тектонических движений. Так начали оформляться науки палеогеография и геотектоника, учение катастрофизме. В первой половине XIX ст. началось изучение последовательности залегания разновозрастных отложений, положившее начало нынешней стратиграфии. Со второй половины XIX начата добыча нефти скважинами, что поставило перед геологией новые вопросы. В том числе, происхождение нефти и газа. В разных регионах мира выявлялись артезианские бассейны, подземные воды которых начинают играть важную роль в водоснабжении.

Первая половина XX ст. была временем наиболее активного развития всех геологических наук, общее количество которых превысило сотню. Особо важной она была для нашей страны, которая начала поиски и освоение полезных ископаемых на своей огромной территории. Во многих вузах страны была начата подготовка специалистов геологического профиля, появились многочисленные учебники по разным геологическим наукам. Интересно, что в предвоенные годы курс «Минералогия и геология» был в наших школах. В послевоенные годы он ушел из школы, и соответствующие знания нам должна была нести география.

Одной из основных причин такого положения была очень большая информация, разрабатывавшаяся науками геологии. Нужно понимать, что геология решала не только сугубо практические вопросы, но и разрабатывала ряд теоретических положений. В частности, только она изучает историю развития природы, которая в каком-то отношении определяет мировоззрение. Во второй половине XX ст. началось активное составление геологических и тектонических карт, а также формирование новых наук и учений

геологии — геохронологии, представлений о движении литосферных плит, процессах воздействия космоса на развитие Земли. Ученые разных стран начали изучать геологическое строение морей и океанов, осадконакопление в их пределах, океанические и материковые рифты. И возможность осваивать водные площади для поисков и разведки нефтегазовых месторождений.

Практические занятия по данной теме будут включать не только знакомство с перечнем основных геологических наук, сутью и важностью для изучения нефтегазовых скоплений, но и взаимоотношения их с другими направлениями естествознания. В частности, именно геофизические методы зачастую являются ведущими в расшифровке глубинного строения недр и Земли в целом, а также корреляции, сопоставлении интересующих нас продуктивных отложений и покрышек по разрезам отдельных скважин. В процессе этих занятий мы должны полнее понять возможности и роль геологии для нашей специальности.

### **Вещество земной коры**

Комплекс наук, которые его изучают, включает минералогию, петрографию, литологию и ряд других. Для нас важно усвоить, что в составе вещества земной коры мы должны различать минералы — сравнительно простые природные соединения различного химического состава, и горные породы, или естественные их сочетания. Основное внимание мы будем уделять изучению осадочных горных пород, которыми занимается литология (от греческого — наука о камне).

В отличие от петрографии, занимающейся описанием и происхождением также магматических и метаморфических горных пород. И нужно еще раз напомнить, что основное изучение вещества земной коры должно производиться не на лекциях, а на практических занятиях, когда мы сможем увидеть, пощупать и другим образом усвоить суть того, что называется минералом и горной породой. А на геологической карте и разрезе посмотреть, какие тела и скопления это вещество образует.

Минералом называют природное тело, вещество, приблизительно однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующимися в результате весьма разнообразных физико-химических процессов в земной коре (ЗК). Они являются составной частью горных пород, слагающих ЗК, руд и других интересующих нас полезных ископаемых или входят в состав метеоритов, поступающих на земную поверхность. Физические и химические свойства

минералов (твердость, цвет и др.) обусловлены их кристаллической структурой и химическим составом.

Схема деления минералов достаточно сложна. Это определяется тем, что они могут различаться в зависимости от цвета, твердости, химического состава, других признаков. К настоящему времени известно около 3 тысяч минералов. Естественно, что мы не планируем знакомиться с ними; но здесь нужно различать ту их группу, которую называют породообразующими минералами; их общее количество составляет несколько десятков и знать главные из них необходимо. К их числу относятся: кварц, кальцит, гипс, магнетит, галит (каменная соль), полевые шпаты, слюды, темноцветные минералы (амфиболы, пироксены), оливины, хлориты, серпентины.

Наиболее распространенной является следующая схема деления или классификации минералов, которая основана на их химическом составе.

Самородные элементы, которые могут иметь магматическое, метаморфическое и гидротермальное происхождение. Среди наиболее известных минералов нужно назвать серу, золото, платину, графит, алмаз.

Оксиды и гидроксиды включают более 400 минеральных видов и имеют преимущественно магматическое и метаморфическое происхождение. Они составляют около 17 % земной коры. Среди них – кварц и минералы его группы (халцедон, аметист, морион), опал, кремнь, корунд, боксит, гематит, магнетит, лимонит.

Сульфиды (сернистые соединения) и их аналоги – арсениды, телуриды и др. Они включают около 450 минеральных видов (сульфидов – около 250). Имеют преимущественно магматическое и гидро-термальное происхождение. В их числе пирит, молибденит, галенит, сфалерит, антимонит.

Галоиды (хлориды и фториды). Более 120 минеральных видов, преимущественно осадочного происхождения. Минералы: галит, сильвин, карналлит, бишофит, флюорит.

Карбонаты включают около 100 минеральных видов преимущественно осадочного, иногда гидротермального происхождения. Кальцит, доломит, магнезит, сидерит, флюорит.

Сульфаты. Известно около 250 минеральных видов, преимущественно осадочного происхождения. Гипс, ангидрит, мирабилит, барит.

Фосфаты (а также арсенаты, ванадаты). Около 500 минеральных видов магматического и органогенно-осадочного происхождения. Апатит, фосфорит.

Силикаты и алюмосиликаты. Это наиболее многочисленный тип минералов, включающий более 830 их видов; они составляют 78 % массы земной коры. Имеют преимущественно магматическое и метаморфическое происхождение. Схема деления и химический состав их сложны. Среди наиболее известных или типичных их представителей нужно назвать оливин, амфиболы, пироксены, слюды, биотит, мусковит, каолинит, глауконит, полевые шпаты, плагиоклаз, ортоклаз, микроклин, нефелин.

Бораты, хроматы, вольфраматы. Около 150 видов магматического и гидротермального происхождения, имеющих незначительное распространение. Вольфрам, шеелит, бора, хромит.

Органогенные минералы. Продукты окисления нефти, преобразования органического вещества, окаменевшая смола. Среди них озокерит, асфальт, янтарь, мумиё.

Следует подчеркнуть, что многие минералы уже сами по себе являются полезными ископаемыми. Это могут быть руды, драгоценные и поделочные камни, каменная (пищевая) соль и многие другие. Наконец, это составная часть горной породы, с которой мы обычно будем иметь дело. Важно знать, что такое свойство минералов как твердость в значительной степени определяет сложность бурения, с чем постоянно сталкиваются буровики и разработчики. И еще раз напомним, что изучением минералов занимается специальная наука — минералогия.

Горной породой (ГП) называют более или менее устойчивое по своему составу природное соединение, состоящее из одного или нескольких минералов, обломков других пород или вулканического материала, которые образовались в результате разнообразных геологических процессов. В зависимости от условий их образования они делятся на три основные группы: магматические, осадочные и метаморфические. Примером породы, состоящей из одного минерала, является известняк или мрамор, образованные кальцитом, или кварцит, состоящий из кварца. Широко распространенный в земной коре гранит состоит из кварца, полевых шпатов, темноцветных минералов, слюды. Все это будет показано.

Горные породы образуют разнообразные по своей структуре, форме и размеру геологические тела в земной коре. Это пласты, горизонты и линзы в толщах осадочных пород, вулканические конуса, а также плато и другие сооружения в местах проявления вулканизма, сложные глубинные магматические тела в недрах или преобразованные высокими давлениями и температурой толщи метаморфических пород, коры выветривания под землей и на

поверхности и др. Среди осадочных пород своеобразные формы геологических тел может иметь каменная соль, образующая иногда вздутия или соляные диапиры, а также карбонатные рифовые постройки, созданные морскими организмами. Вспомним: изучением формы геологических тел занимается структурная геология, а последовательностью накопления осадочных образований — стратиграфия. Нас они, в первую очередь, интересуют как места возможного скопления нефти и газа.

Схема деления горных пород следующая. Они разделяются на три основных группы (типы): магматические, осадочные и метаморфические. Магматические (изверженные) горные породы, образованные в результате застывания на глубине магмы или ее излияния на поверхность, вулканических процессов; их также принято делить на несколько групп в зависимости от содержания кремнезема и щелочей: кислые, средние, основные, ультраосновные, щелочные. Типичными представителями глубинных (интрузивных, плутонических) пород являются граниты, диориты, габбро, лабрадориты, перидотиты, сиениты. Вулканические породы делятся на три основные группы: излившиеся (эффузивные), включающие липариты (риолиты), андезиты, базальты, диабазы, пирокластические или туфовые, разделение которых производится обычно в зависимости от размера обломочного материала (пепловые и грубообломочные туфы, игнимбриты), и субвулканические образования. Последние представляют собой промежуточную между интрузивами и эффузивами группу, включающую дайки, экструзии, жерловые образования.

Метаморфические горные породы включают большое разнообразие преобразованных пород, образовавшихся в процессе тепловой, химической и динамической переработки магматических и осадочных ГП. Среди них обособляют: метаморфиты карбонатного состава (мрамор, кальцифир), обломочно-метаморфические (кварциты, железистые кварциты), глинистые и кристаллические сланцы (филлиты, хлоритовые, горючие, амфиболовые и другие сланцы), гнейсовые породы (гнейсы, гранито-гнейсы, мигматиты), амфиболовые и пироксеновые породы (амфиболиты, пироксениты).

Особую группу составляют породы, названные метасоматическими (скарны, грейзены, метасоматические граниты), которые иногда обособляют от собственно метаморфических. Они отличаются тем, что в преобразованную тепловыми процессами породу привнесен какой-то новый компонент.

Особенно хорошо нами должны быть поняты и усвоены осадочные ГП. Потому что именно они могут содержать и сохранять скопления нефти и газа. И именно с ними мы будем иметь дело при бурении. Эту информацию нужно знать твердо. Они включают следующие основные группы:

Обломочные (терригенные) ГП, которые делятся на несколько групп в зависимости от размера слагающих их компонентов. Среди них выделяют: грубообломочные (валуны, галька, конгломераты), дресвяно-гравийные (размер обломков 1–10 мм), песчаные (пески, песчаники, размер зерен 0,1–1 мм), алевритовые (алевролиты, алевриты, лёссы, размер зерен обычно 0,01 мм). Как видно уже из их перечисления, они могут быть сцементированными и рыхлыми, но все они относятся к категории осадочных ГП. Обычно мы имеем дело со сцементированными породами. И еще важная деталь: именно обломочные породы обычно содержат основную или подавляющую часть интересующих нас скоплений УВ.

Глинистые породы разделяются на несколько групп в зависимости от преобладающего в них минерала – каолиновые, гидрослюдистые, глауконитовые и др. Это тонкодисперсная осадочная ГП с частицами размером менее 0,001 мм. В увлажненном состоянии они пластичны, при высыхании сохраняют приданную им форму, а при обжиге твердеют. В том или ином количестве глинистый материал может присутствовать в обломочных и карбонатных ГП, образуя сложные переходные разности со своими названиями (мергели, или смесь глинисто-карбонатного вещества, глинистые песчаники и алевролиты и др.). Сцементированные глины называются аргиллитами, а рассланцованные – глинистыми сланцами. Знания о глинистых породах также очень важны в нашем деле, так как это обычно идеальные водоупор и покрывка.

Химические (хемогенные) породы включают хлоридные (каменная, калийная и др. соли), сульфатные (гипсово-ангидритовые), карбонатные (известняки, доломиты), кремнистые (гейзериты, опоки) и другие группы. Они образуются в процессе выпадения в осадок соответствующих солей из морской воды. Их особенностью является способность растворяться какой-то своей части в недрах и на поверхности. Каменная соль интересна для нас не только тем, что она является идеальным нефте- и газоупором, но и своей способностью образовывать геологические тела своеобразной формы – соляные штоки и диапиры, способствующие формированию ловушек УВ.

Органические породы (органогенные, биогенные, биолиты) – большая и разнообразная группа природных скоплений, образовав-

шаяся за счет жизнедеятельности организмов в морских и континентальных условиях. В числе основных их групп — карбонатные породы (органогенные известняки, ракушечники, писчий мел), кремнистые (диатомиты, радиоляриты, трепел), каустобиолиты (торф, уголь, антрацит), углеводородные (нефть, горючие газы), фосфориты. Большинство их по своему составу близки к химическим ГП, но образуются полностью или преимущественно в результате выпадения в осадок и скопления остатков умерших организмов.

Для общего развития важно понимать условия образования, генетические взаимоотношения разных групп горных пород. Магматические ГП образуются при плавлении какой-то массы в земной коре или литосфере и поступления их на поверхность или в приповерхностные участки и зоны в виде вулканических извержений или застывшей на глубине магмы. В результате их разрушения, переноса, сортировки и накопления в бассейнах формируются осадочные ГП. Магматические и осадочные горные породы могут подвергаться процессам термической и динамической переработки, превращаясь в метаморфические породы. Наконец, все эти три группы природных образований снова могут разрушаться, превращаясь в новые осадочные породы. И такой непрерывный процесс преобразования земной коры продолжается в течение всей истории формирования нашей планеты.

Важную или даже определяющую роль в их растворении, переносе, обработке, сортировке и накоплении играет гидросфера, водная оболочка Земли. Осаждением обломочно-глинистого или другого материала в водных бассейнах не завершается история их формирования. В процессе накопления больших их толщ, под воздействием температуры и давления происходит уплотнение морских осадков, превращение их в сцементированные горные породы; этот процесс получил название диагенеза, своеобразного второго рождения. По мере возрастания глубины, а, следовательно, температуры и давления, а также под воздействием тектонических движений осадочные отложения превращаются в метаморфические, которые обычно уже не могут содержать интересующие нас нефть и газ.

Практические занятия по этой теме, как уже подчеркивалось ранее, являются определяющими в усвоении данной очень емкой информации. Они включают посещение Музея природы ХНУ, где в разных залах студенты смогут увидеть:

1) многообразие минералов, очень разнообразных и даже красочных;



- 2) магматические, метаморфические и осадочные породы;
- 3) органические или палеонтологические остатки, которые формируют некоторые осадочные породы и позволяют определять возраст вмещающих их отложений;
- 4) природные процессы на отдельных стендах и рисунках.

Второе занятие предполагает непосредственное знакомство студентов с теми осадочными породами, которые имеются на кафедре и которые они смогут осмотреть, пощупать и даже должны описать по определенной схеме. Это делается для того, чтобы в дальнейшем мы научились их определять, знать основные их группы и виды.

### **Процессы, формирующие земную кору**

Это большой круг вопросов, которым занимается динамическая геология. Частично такие сведения и знания дает нам физическая география, которую мы достаточно детально изучали в школе. Все геологические процессы прошлого условно можно разделять на две основные группы: те, что рождаются внутренними, или эндогенными причинами и силами, и рожденные или обусловленные внешними (экзогенными) факторами.

Процессы внутренней динамики (эндогенные) нужно разделять на три основные группы: тектонические (разнообразные по форме, масштабам и времени механические перемещения в литосфере), магматические (процессы рождения магмы в недрах, перемещения и застывания, или кристаллизации расплавленной массы на глубине и лавы на поверхности) и метаморфические – процессы перекристаллизации, расслоения или другой формы преобразования вещества в недрах. Формы проявления и результаты их воздействия на земную кору могут быть весьма разнообразными.

Тектоническими движениями, или процессами внутренней динамики называют механические перемещения в литосфере, которые обуславливают образование разных геологических тел и деформаций, изменение рельефа земной поверхности – поднятия или опускания отдельных ее участков, какие-то горизонтальные перемещения. Это очень сложная и многообразная группа эндогенных процессов; в геологии выделяют несколько сотен терминов, которые характеризуют их проявление. Попробуем понять суть тектогенеза и выявить основные его группы.

Преимущественно вертикальные перемещения земной поверхности обуславливают прогибания в одних случаях, формирование каких-то депрессий или даже океанов, и воздымания в других, которые проявлены горообразованием. Если прогибания и возды-

мания на каких-то площадях, в пределах какой-то геологической структуры повторяются, то мы говорим о колебательных тектонических движениях. Например, в Днепровско-Донецкой впадине за 400 млн лет ее последней истории имело место 3–4 продолжительных опускания и поднятия, которые позволили накопиться здесь осадочным толщам очень большой мощности. Подобные случаи мы можем фиксировать и в других регионах.

Примером горизонтальных перемещений крупных структур литосферы могут быть движения отдельных ее участков, или литосферных плит. Это непрерывно совершаемый процесс, форма тектогенеза, при которой разнонаправленные движения плит периодически могут меняться. Сложнее воспринимать взаимоотношение горизонтальных и вертикальных перемещений, хотя оно в ряде случаев является очевидным. Например, горизонтальные перемещения литосферных плит (а нам в школе говорили об этом!) могут обусловить раскол и раздвигание какой-то части литосферы и даже формирование здесь океана, а в другой части производить «сгребание» и смятие ранее накопившихся осадочных толщ и создавать горно-складчатое сооружение. То есть, горизонтальные и вертикальные перемещения в ряде случаев могут быть взаимосвязанными и взаимообусловленными.

Особую группу тектонических движений обуславливают необратимые деформационные процессы, которые вызывают образование различного рода деформаций – разрывов и изгибов, разломов и складок. Представление о них и сформированных ими деформациях особенно важны для геологии нефти и газа, поскольку зоны разломов могут быть местом перемещения или скопления углеводородов, а различного рода изгибы, складки и другие деформации вмещать соответствующие залежи. Об этих структурах мы более обстоятельно будем говорить позднее, при специальном знакомстве со структурной геологией; сейчас важно подчеркнуть, чем они обусловлены и как проявляются во времени. Кроме того, деформационные процессы могут сопровождаться формированием трещин, которые нас могут интересовать как зоны скопления углеводородов, своеобразные трещинные коллекторы.

Своеобразным явлением земной коры нужно считать проявление того процесса, что получил название соляной тектоники. Суть его заключается в том, что мощные толщи соленосных пород (в зарубежной литературе их называют эвапоритами), накопившиеся в результате выпадения солей из пересыщенных морских вод, в условиях большой глубины залегания и высоких давлений начинают

выдавливаться в приповерхностные зоны и даже иногда выходить на поверхность. Это может быть вызвано разными причинами. Учитывая более низкий удельный вес каменной соли (2,2 г/куб. см) по сравнению с другими осадочными породами, даже малоуплотненными песчано-глинистыми (удельный вес 2,5–2,6), происходит «всплывание» соли, протыкание вышележащих отложений. Важным фактором такого соляного диапиризма является даже небольшое повышение температуры, что обычно сопровождает разного рода тектонические движения. Сформировавшиеся солянокупольные структуры характеризуются большим разнообразием и имеют большое значение для формирования нефтегазовых ловушек.

Еще одна группа тектонических процессов получила название землетрясений, которые детально рассматривались в курсах географии и о которых нам непрерывно сообщают средства массовой информации. Эта группа движений формально не имеет сколько-нибудь определенного значения для геологии нефти и газа, но это единственные тектонические процессы, которые мы можем наблюдать непосредственно. Но имея дело с освоением недр, мы должны знать о них. А анализируя их размещение и продолжительность, представлять, как мог проявляться такой тектогенез прошлого. Наиболее активные зоны землетрясений приурочены обычно к границам литосферных плит и нередко сопровождаются вулканизмом.

Магматизм и метаморфизм – это результат главным образом теплового, или термального воздействия на литосферу, который может обусловить плавление определенных зон в недрах. А также процессы преобразования на каких-то участках, перекристаллизацию или привнос каких-то компонентов из недр, которые мы называем метаморфизмом. Магматизм имеет две основные формы проявления – вулканические извержения, о которых мы хорошо знаем, и глубинный магматизм, называемый плутонизмом, который проявлен застыванием на глубине иногда очень больших скоплений магмы. О масштабах его проявления мы можем иметь представление, наблюдая в местах выходов на поверхность глубинных зон земной коры в пределах кристаллических щитов очень большие площади, занятые гранитами. Теоретически данные процессы не могут нас интересовать. Но мы должны знать и понимать, что магматические и метаморфические породы не могут включать интересных в промышленном отношении нефтегазовых скоплений. Это лишь основа для формирования на ней осадочных толщ, осадочного слоя земной коры.

*Процессы внешней динамики* (экзогенные) включают самые различные преобразования земной коры, обусловленные проявлением поверхностных или приповерхностных процессов и воздействий. Обычно это атмосферные или гидросферные воздействия, которые мы называем работой ветра, моря, поверхностных и подземных вод, ледников, температурными колебаниями, которые содействуют разрушению пород. В проявлениях внешней динамики обычно мы можем различать процессы разрушения (абразии, эрозии, денудации, растворения), называемые также процессами физического, химического и биологического выветривания, процессы переноса или транспортировки продуктов выветривания, которые сопровождаются их сортировкой и обработкой, и процессы накопления. Накопившиеся осадки (обычно пески и глины), прежде чем стать осадочной горной породой, претерпевают процессы первичного преобразования, или диагенеза (дословно — второго рождения: обезвоживание, уплотнение, цементация). Они превращаются в сцементированные горные породы — песчаники, алевролиты, аргиллиты. Знание этих процессов важно для нас с точки зрения существования пород с различными коллекторскими свойствами.

Особенно хорошо нужно представлять процессы осадконакопления в морских или других бассейнах, где мы можем наблюдать различного рода площадные фациальные замещения (смена грубообломочных прибрежных осадков песчаными, а затем и глинистыми породами в глубоководной части моря). Или процессы накопления карбонатных пород на дне моря, соленосных отложений, сформировавшихся в отдельных лагунах. А также накопление биогенных битуминозных или угленосных отложений, которые по некоторым представлениям формируют нефтегазоматеринские толщи, содействуют формированию углеводородов. Такие знания нужны специалистам, которые осуществляют поиски и разведку месторождений; но для нас важно знать, на чем основаны некоторые из их прогнозов.

Своеобразной, а иногда и очень выразительной является работа подземных вод, которую мы обычно знаем по карстовым пещерам и оползням, а также выходам на поверхность источников (родников). Мы должны учитывать последствия такой деятельности в процессе проведения бурения в определенных условиях (в карбонатных и гипсовых породах, на оползневых склонах и др.). Вместе с тем, подземные воды обуславливают иногда очень активные процессы химического выветривания, которые выражены формированием мощных зон каолиновых пород на гранитах, различного рода ожелезнением и другими преобразованиями. Наконец,

именно воздействие подземных вод в процессе диагенеза может существенно менять коллекторные свойства обломочных, карбонатных и других пород, обуславливая цементацию осадков, превращая их в осадочные породы.

Еще одним достаточно распространенным в некоторые прошлые геологические периоды и эпохи были процессы соленакопления, или галогенеза. Образовавшиеся при этом породы (эвапориты) представляют собой химические осадки, выпавшие из пересыщенных морских вод в лагунах и заливах. Такое явление мы можем наблюдать в некоторых лагунах и заливах Крыма (Сиваш), Кара-Богаз-Гола в Средней Азии, Красном и Мертвом морях. Соленосные отложения интересны для нас тем, что они являются идеальными флюидоупорами для углеводородов, которые позволяют сохраняться крупным залежам (например, в ДДВ, Прикаспии). В отдельные периоды (девонский, пермский и др.) на каких-то площадях могли накапливаться соленосные толщи мощностью в сотни метров. Интересно, что на большой глубине соленосные отложения могут формировать соляные диапиры, или своеобразное выдавливание солей в приповерхностные зоны. А в зонах таких диапиров формируются своеобразные ловушки для нефтегазовых накоплений. Об этом уже говорилось ранее.

Говоря о процессах, формирующих земную кору, необходимо сказать, что более полно представить их сущность можно не только получая соответствующую информацию на лекции, но также изучая на практических занятиях определенные наборы фотографий и графического материала. Наиболее выразительно на них показаны процессы разрушения земной коры, что мы можем наблюдать в долинах рек, на морском берегу. Но достаточно информативными можно считать иллюстрации тектонических движений (разрывные и складчатые деформации, зоны активных воздыманий), накопления осадочных толщ в морях и океанах. Частично это будет делаться не только в процессе изучения данного раздела, но и при рассмотрении структур земной коры, изучении геологических карт.

### **Внутреннее строение Земли, структура земной коры**

Общие знания в этой области нам давали в школе; попробуем напомним основное. Непосредственное изучение недр при помощи бурения позволяет достигать глубин в 10–15 км. Выход на поверхность каких-то глубинных зон Земли дает возможность составить представление о строении более глубоких зон земной коры, первых ее десятков километров. Еще более глубокие зоны планеты изуча-

ются при помощи геофизических методов — скорости распространения сейсмических волн и других данных. Частичное представление о составе глубинных зон Земли мы можем получить на основании изучения метеоритов — каменных и железных тел, попадающих к нам из космоса, и представлений о том, что планета наша сформировалась когда-то за счет именно такого вещества.

По имеющимся сейчас представлениям в центре Земли размещается ее ядро радиусом 3470 км. Считается, что оно состоит из железа с примесью никеля (такой состав имеют некоторые метеориты). Другие гипотезы допускают, что оно состоит из водорода, который в условиях высокого давления перешел в состояние, подобное металлу. Температура в центре ядра достигает  $6000^{\circ}$ , а плотность составляет  $12,57 \text{ т/м}^3$ . Ядро окружено мантией, нижняя граница которой размещается на глубине 2900 км. Мантия составляет почти 82 % объема Земли и состоит из железа, кислорода, кремния и магния. В верхней ее части, на глубине от 3 до 800–900 км размещается менее плотный слой, который получил название астеносферы. Считается, что она представлена частично расплавленной массой или магмой, по которой перемещается литосфера, отдельные ее литосферные плиты. Выше мантии размещается земная кора, нижняя граница которой уверенно определяется геофизическими методами.

Сведения о веществе земной коры позволяют сформулировать наши представления об общем ее строении. Здесь мы повторим их и подчеркнем, что строение земной коры на материках и океанах резко отличается. Мощность континентальной земной коры изменяется от 35–45 км в пределах платформ и до 55–75 км в молодых горно-складчатых сооружениях. На подводных окраинах материков мощность коры уменьшается до 20–25 км, а на материковом склоне, на глубине 2–2,5 км, она выклинивается. Нужно подчеркнуть, что понятия земная кора и литосфера различны. Литосферой называют земную кору и верхнюю часть мантии, расположенной выше астеносферы, о которой мы только что говорили. Отдельные ее участки, получившие название литосферных плит, перемещаются по астеносфере.

Земная кора континентов включает три основных слоя: сверху осадочный, сложенный осадочными горными породами, мощность которого может достигать 20 км и больше. Ниже размещается гранитный или гранито-гнейсовый слой, средняя мощность которого порядка 20 км и более. Внизу размещается базальтовый слой. Нужно подчеркнуть, что понятие гранитный и базальтовый слой является условным; они устанавливаются по данным геофизического

изучения, скорости распространения сейсмических волн. В действительности там могут быть и другие породы.

Океаническая земная кора имеет мощность 5–12 км, чаще всего 6–7 км. Она состоит из двух слоев – осадочного сверху и базальтового внизу. Гранитный слой в океанах отсутствует. Кроме континентального и океанического их типов, выделяют переходные типы, которые называют субконтинентальными и субокеаническими (почти океаническими). Первый из них мы можем наблюдать вдоль окраин материков. Вместе с тем, субокеанический тип строения имеют отдельные участки материковых площадей, а также внутреннее моря – Средиземное, Черное, Каспийское. Здесь отсутствует гранитный слой, а мощность осадочного составляет 4–10 км. Такие данные могут представлять для нас интерес в связи с тем, что разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений выходит сейчас за пределы материковых площадей, а в перспективе в больших объемах планируется и на океанических площадях.

И раз уж мы заговорили о геофизических методах изучения земной коры, то полезно получить хотя бы общие представления о них. Различают сейсмические методы (сейсморазведка, сейсмическое зондирование), основанные на изучении скорости распространения в земной коре упругих волн, вызванных каким-то взрывом. Принципиальная схема сейсморазведки включает источник упругих волн, сейсмоприемники и сейсмостанции. Скорость распространения сейсмических волн в породах различной плотности неодинакова: чем плотнее порода, тем быстрее проникают сквозь нее волны. На границе раздела двух сред с разной плотностью упругие колебания частично отражаются, возвращаясь к земной поверхности, а частично преломившись, продолжают свое движение вглубь недр до новой поверхности раздела. Отраженные сейсмические волны улавливаются сейсмоприемниками. Расшифровывая полученные графики колебаний земной поверхности, специалисты в области геофизики определяют глубину залегания пород, отразивших волны, и угол наклона.

Гравиразведка основана на зависимости силы тяжести на поверхности Земли от плотности горных пород. Породы, насыщенные нефтью или газом, имеют меньшую плотность, чем те же породы, содержащие воду. Задачей гравиразведки является определение мест с аномально низкой силой тяжести. Она же позволяет расшифровывать аномалии гравитационного поля, которые обусловлены геологическим строением тех или иных площадей. Например, преобладание осадочных или магматических и метаморфических пород.

Электроразведка основана на различной электропроводности горных пород. В частности, граниты, известняки, песчаники, насыщенные соленой минерализованной водой, хорошо проводят электрический ток, а глины, песчаники, насыщенные нефтью, обладают низкой электропроводностью. Магниторазведка основана на различной магнитной проницаемости горных пород, содержащих разные минералы. В зависимости от состава горных пород, наличия нефти и газа магнитное поле искажается в разной степени. Магниторазведка, в частности, позволила установить крупные скопления железных руд в районе так называемой Курской магнитной аномалии.

Необходимо подчеркнуть многообразие не только методов, но и форм геофизических исследований. Кроме обычных наземных геофизических работ при сейсморазведке, часто магнитометры устанавливаются на самолеты или космические аппараты. Выполненная таким образом аэромагнитная съемка позволяет выявлять антиклинальные структуры или своеобразные поднятия на глубинах до 7 км. Геофизика широко использует также каротаж — совокупность исследований в скважинах, позволяющих узнать состав ее разреза без отбора керна, и осуществлять по этим данным корреляцию разреза, прослеживание продуктивных горизонтов, в частности. Обо всем этом мы получим более полную информацию уже в других учебных курсах. Сейчас только подчеркнем, что геофизические методы изучения недр являются намного более быстрыми и дешевыми, чем проводимое для этой цели бурение.

### **Осадочный слой земной коры**

В данном случае он нас интересует как составной элемент земной коры, недр, включающий нефтегазовые скопления. В разрезе осадочного слоя земной коры мы должны научиться определять не только вещественный состав слагающих ее пород, но и последовательность залегания, возраст, составлять такой разрез для определенных площадей, а также осуществлять межрегиональное или даже глобальное сопоставление, или корреляцию разновозрастных или интересующих нас по составу отложений. Решением таких вопросов занимается специальная геологическая наука, называемая стратиграфией. Она определяется как раздел исторической геологии, изучающий последовательность залегания слоев и толщ горных пород на определенных площадях, разрабатывающий принципы сопоставления их, а также устанавливающий периодизацию геологической истории.

Данное научное направление начало формироваться преимущественно в 1820—1840 гг. В основу ее построений положены



непосредственные наблюдения над составом и последовательностью залегания наиболее полных стратиграфических разрезов, которые позволяют сопоставлять их с разновозрастными отложениями других регионов. Однако первые стратиграфические схемы появились намного раньше. Так, первоначально все слои земной коры делились на четыре группы: первичные, включавшие метаморфические или метаморфизованные породы без палеонтологических (ископаемых органических) остатков, вторичные, включавшие нынешний палеозой и мезозой, третичные, представленные обычно рыхлыми осадочными породами, и четвертичные, которые по представлениям того времени сформировались уже после предполагаемого «Всемирного потопа».

Площадное изменение разрезов осадочных пород потребовало разработки принципов для их межрегионального и даже глобального сопоставления. Изучение в осадочных породах органических остатков показало, что для разновозрастных отложений разных регионов они остаются одними и теми же. Это позволило создавать именно на этом принципе региональные биостратиграфические схемы для определенных площадей и выделять их как эталонные. Так были изучены наиболее полные разрезы графства Девоншир в Англии, отложений Пермской губернии в Предуралье, Юрских гор и других регионов, которые позднее были названы девонской, пермской и юрской системами. На базе изучения таких эталонных региональных разрезов, выделения систем, и более дробных подразделений — отделов и ярусов, была составлена единая сводная стратиграфическая шкала, которая утверждена в 1881 году на Втором Международном геологическом конгрессе. Интересно, что такие построения сохранились до сих пор. И мы должны познакомиться с ней, так как она лежит в основе стратиграфии.

Однако относительная последовательность залегания разновозрастных толщ, привязанная к эталонным системам и разрезам, со временем перестала удовлетворять общую геологию и стратиграфию.

Использование методов определения возраста минералов и горных пород по продуктам распада радиоактивных изотопов позволило разработать схему абсолютного возраста каких-то пород, стратиграфических систем и геологических тел. На ее основе разработана геохронологическая шкала, которая принята для датировки отложений. Так научились определять не только относительный возраст отложений, позволяющий выделить более молодые и древние образования, привязанные к стратиграфической шкале, но

Таблица. 1. Стратиграфическая и геохронологическая шкала

Эра, продолжит.	Период (система), нижний предел, млн лет	Индекс	Горобра- зов.	Продолжит. периода, млн лет	Общеприня- тый цвет на геологической карте
Кайнозойская (кайнозой), 65–70 млн лет	Четвертичный (антропоген) 0,7–1,8	Q	Альпийское	0,7–1,8	Желтовато- серый
	Неогеновый (неоген) $26 \pm 1$	N		25	Желтый
	Палеогеновый (палеоген) $67 \pm 3$	P		41	Оранжево- желтый
Мезозойская (мезозой), 163 млн лет	Меловой (мел) $137 \pm 5$	K	Мезозойское	70	Зеленый
	Юрский (юра) $195 \pm 5$	J		55–60	Синий
	Триасовый (триас) $230 \pm 10$	T		40–45	Фиолетовый
Палеозойская (палеозой), 310–385 млн лет	Пермский (пермь) $285 \pm 10$	P	Герцин- ское	50–60	Оранжево- коричневый
	Каменноугольный (карбон) $350 \pm 10$	C		65–75	Серый
	Девонский (девон) $405 \pm 10$	D	Каледонское	60	Коричневый
	Силурийский (силур) $405 \pm 15$	S		25–30	Серо- зеленый
	Ордовикский (ордовик) $500 \pm 15$	O		60–70	Оливковый
	Кембрийский (кембрий) $570 \pm 20$	Є		70	Сине-зелен. (темный)
			Байкальское		
Протерозойская (протерозой), около 2000 млн лет	Поздний, ранний протерозой $2700 \pm 100$	Pt			Розовый
Архейская, (архей), 1500–2000 млн лет	Поздний, ранний архей, 3650	Ar			Сиренево- розовый

и абсолютный, выраженный в единицах астрономического времени (в геологии обычно в млн лет).

Современная глобальная стратиграфическая и геохронологическая шкала включает образования докембрия (архея и протерозоя), возраст которого больше 570 млн лет, и более молодого фанерозоя. Последний принято разделять на три группы или эры, названные палеозоем, мезозоем и кайнозоем. В составе этих групп выделяется 12 систем (периодов), имеющих собственные названия. В дальнейшем мы постараемся не только называть, но и заучить их. Снизу вверх это: кембрий, ордовик, силур, девон, карбон, пермь, триас, юра, мел, палеоген, неоген и антропоген (четвертичный период). Каждая из систем делится на 2–3 отдела, а также несколько ярусов. Но эту информацию мы не будем заучивать, а только знать о таком делении, чтобы понимать собственные стратиграфические подразделения. Общий вид такой схемы или точнее даже шкалы приводится.

Необходимо подчеркнуть, что именно на основании стратиграфических данных и представлений строятся геологические карты, на которых разным цветом показан возраст выходящих на поверхность отложений. Крупно- и среднемасштабные карты сопровождаются составлением стратиграфических колонок, на которых показан раз рез, или последовательность залегания разновозрастных отложений определенной площади. Нужно учитывать, что длительность интервалов времени (периодов), в течение которых формировались эти системы – разная, иногда сильно отличающаяся. Так, кембрий, девон и карбон почти втрое более продолжительные, чем силур и неоген.

В процессе проведения практических занятий по данной теме все наши студенты должны не только понять, но и зарисовать и даже заучить основные подразделения стратиграфической шкалы, в частности все 12 ее систем. И обратить внимание на то, что все эти системы на геологических картах обозначаются строго определенным цветом.

## **Структурная геология (СГ)**

Это крупное направление геологии, изучающее формы залегания горных пород и причины происхождения геологических структур, разного рода их деформации. Иногда это направление рассматривают как составную часть геотектоники, главным в которой является выделение наиболее крупных структур Земли, а также определение характера и времени проявления тех тектонических

движений, что их формируют. Вместе с тем, СГ тесно связана с геологическим картированием, занимающимся составлением геологических карт и других производных на их базе построений (тектонических, карт полезных ископаемых, карт прогнозов); больше того, СГ является основой геологического картирования. Именно геологическая карта является основным документом и основанием для проведения поисков и разведки полезных ископаемых, в том числе, нефтегазовой их группы.

Схема деления тектонических структур очень сложна, учитывая большое их многообразие. Мы недавно познакомились с общим строением земной коры в пределах материков и океанов. Вместе с тем, структура этих двух групп Земли включает много других составных элементов. Так, в пределах материков принято выделять платформы и складчатые сооружения, которые отличаются по характеру своего строения и истории развития. Такие знания нам пытались преподносить даже в школе на уроках географии, где в школьных атласах приведены тектонические карты мира и отдельных стран (Украины и др.) и геологические карты. Естественно, что при том уровне наших знаний они не оставили у нас какой-то конкретной информации.

Платформами называют крупные, наиболее древние, устойчивые и малоподвижные участки материковой земной коры. Кристаллический фундамент платформ сформировался в наиболее давнее время – в архее и раннем протерозое (3,5–1,6 млрд. лет назад). Платформенный чехол сложен преимущественно осадочными, иногда вулканическими породами, которые залегают почти горизонтально. Подвижность таких участков земной коры была незначительной, поэтому мощность осадочного покрова относительно небольшая. Хотя в отдельных местах, в зонах каких-то депрессий она может резко возрасти. Нужно подчеркнуть, что именно платформы имеют пока наибольшие скопления нефти и газа. Среди наиболее известных и детально изученных структур такого типа – Восточно-Европейская, Северо-Американская и Сибирская платформы.

В пределах материковых платформ выделяются щиты и плиты. Щитами называют участки платформ, где на поверхность выходит их кристаллический фундамент. Классическими примерами таких структур являются Канадский, Балтийский и Украинские щиты. И соответственно плитами называют те участки платформ, которые покрыты относительно мощным осадочным чехлом. Следует заметить, что подобные плиты платформ не следует путать с литосферными плитами, принцип выделения которых совершенно иной.

Среди наибольших и детально изученных таких структур нужно назвать Русскую, Западно-Сибирскую, Скифскую плиты, а также Южно-Туранскую, занимающую основную часть Туркмении.

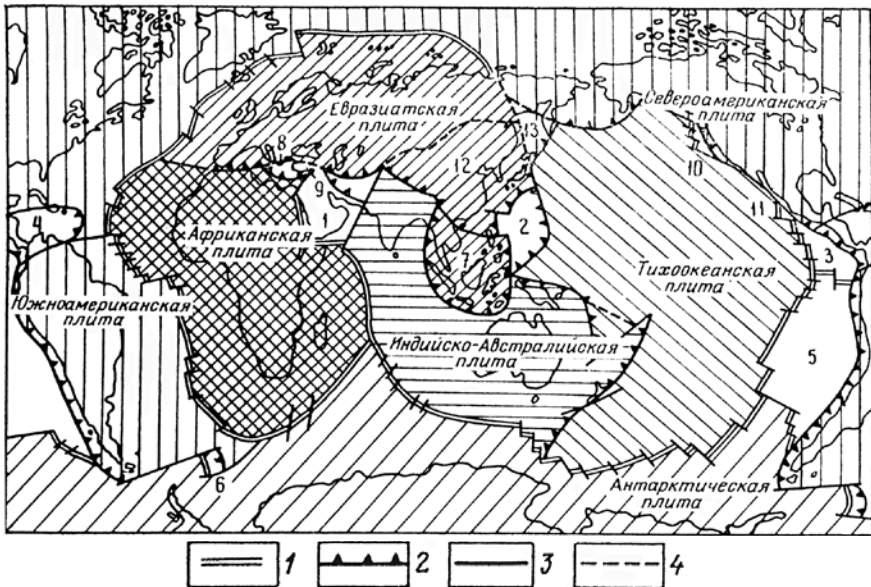
Складчатые сооружения материков разделяют на несколько групп в зависимости от времени их образования. Они образуют четыре основных пояса, получивших название Средиземноморский, Урало-Монгольский, Атлантический и Тихоокеанский. В пределах таких поясов выделяют складчатые области, среди которых можно назвать Уральскую, Альпийскую, Верхояно-Чукотскую, Карпатскую, Кавказскую, и много других. По возрасту складчатые области разделяют на каледонские (сформировались в среднем палеозое), герцинские (поздний палеозой), мезозойские, альпийские. Особенностью многих или почти всех складчатых областей является существование на границе с платформами депрессионных структур, получивших название краевых прогибов. Они интересны и важны для нас тем, что к ним могут быть приурочены скопления нефти и газа. Мы должны хорошо представлять условия формирования краевых прогибов. Опускание в их пределах и накопление иногда очень мощных осадочных отложений происходило здесь в интервал времени, когда горно-складчатые сооружения испытывали воздымания.

Нужно обратить внимание еще на одну группу материковых структур, которые получили название рифтов. Под таким названием выделяют систему крупных расколов на материках, по которым ограниченная разломами зона проседает. Примеры таких расколов мы можем наблюдать вдоль восточной окраины Африки, знаменитая зона «Великих Африканских разломов», к отдельным участкам которых приурочены озера. К числу подобных рифтов, или сложных гигантских грабенов относится Красное море, озеро Байкал и др. Часто на месте таких разрывов и проседаний начинают формироваться депрессии с мощным осадочным чехлом. Примером таких депрессий является наша Днепровско-Донецкая впадина, залегающая на Днепровском (Приднепровском) грабене, Западно-Сибирская плита и др., в фундаменте которой установлены рифты. Важно еще раз подчеркнуть, что к подобным структурам приурочены наибольшие нефтегазовые скопления.

Главными структурно-геологическими элементами и формами рельефа океанов являются срединно-океанические хребты, островные дуги и глубоководные желоба, что прилегают к ним, а также ложе океанов. Последнее представляет собой относительно пологую их часть, залегающую преимущественно на глубине 4500 м.

Материки и океаны обычно постепенно переходят друг в друга; здесь размещаются окраинные моря (на севере и востоке Евразии) и зоны шельфа, или подводной окраины, располагающейся обычно на глубине до 200 м. Ширина шельфа может быть самой разной; в частности, вдоль северной окраины Евразии она может достигать 1500 км. Такие участки акваторий в последние десятилетия привлекают внимание тем, что в их пределах могут размещаться доступные для разработки скопления нефти и газа.

К числу еще одной группы крупнейших структур Земли нужно отнести литосферные плиты. Под таким названием выделяют участки литосферы, испытывающие перемещения в разные стороны. Скорость таких движений составляет обычно 1–6 см в год. Наблюдать непосредственно их не удастся; обычно это устанавливается в результате сложных расчетов и частично путем наблюдений и замеров из космоса. Существование таких структур является важным для понимания — как формируются океаны и горно-складчатые сооружения.



1–3 границы плит: 1 – оси спрединга (наращивания коры); 2 – зоны субдукции (поглощения коры); 3 – скольжения 4 – условные границы  
 Малые плиты и микроплиты: 1 – Аравийская, 2 – Филиппинская, 3 – Кокосовая, 4 – Карибская, 5 – Наска, 6 – Южно-Сандичева, 7 – Индокитайская, 8 – Эгейская, 9 – Анатолийская, 10 – Хуандефука, 11 – Ривера, 12 – Китайская, 13 – Охотская

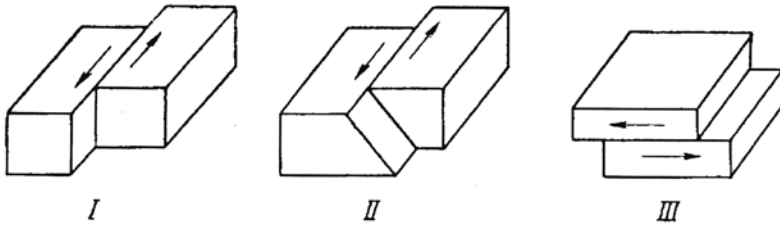
Рисунок 1. Литосферные плиты Земли

В местах расхождения литосферных плит, зонах спрединга, образуются океаны. И наоборот — схождение плит, их коллизия обусловит своеобразное «сгребание» морских и океанических осадков, их смятие и воздымание, что и рождает горы. Расшифровка сущности литосферных плит позволила объяснить такое явление как дрейф материков: их движение, при котором материки прошлого могли занимать совершенно иное место по сравнению с нынешним размещением. Схема современных литосферных плит показана на рис. 1.

Знакомясь с крупнейшими геологическими структурами земной коры, мы должны попытаться понять сущность тектонических движений, которые их формируют. Мы уже говорили о двух основных их типах. Один из них, названный колебательными, обуславливает периодическую смену поднятий и опусканий отдельных площадей. Такое явление мы можем устанавливать на основании изучения разрезов отдельных депрессий, последовательном чередовании в них морских и континентальных осадочных отложений. Второй тип тектонических движений, мы называли деформационным; результатом его проявления стало образование различных деформаций — разрывных и складчатых. Он является определяющим при формировании горно-складчатых сооружений. Мы частично уже имели возможность наблюдать их на учебных рисунках и фотографиях, изучая на практических занятиях тектонические движения.

При изучении тектонических структур материков нужно понимать их градацию, деление по размерам и соподчиненность. К числу глобальных структур могут и должны быть отнесены складчатые пояса, о которых мы только что говорили. А также системы материковых рифтов, раскалывающих отдельные материки. Региональными нужно считать отдельные крупные структуры типа Днепровско-Донецкой впадины, Западно-Сибирской плиты. В пределах таких структур можно наблюдать большое количество локальных или местных разрывных и складчатых структур (разломов, складок, куполов, надвигов), часть которых может вмещать или изолировать интересные нас нефтегазовые скопления. Поскольку именно с ними нам обычно придется иметь дело, остановимся на них подробнее.

Разрывные нарушения, или разломы принято различать в зависимости от характера смещения по разрыву. Мы можем различать сброс, взброс, сдвиг и другие перемещения. В дополнение к приводимым здесь рисункам мы попробуем разобраться с такими разломами на практических занятиях. Подобные разрывные нарушения могут поднимать или опускать блоки с продуктивными горизонтами на месторождении (рис. 2).



Вертикальный (I), наклонный(II) и горизонтальный (III) сдвиги

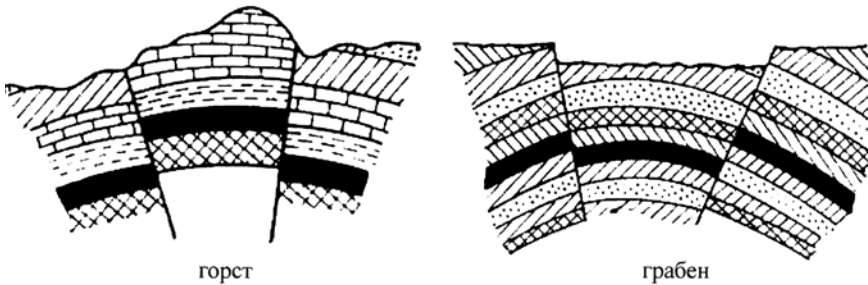


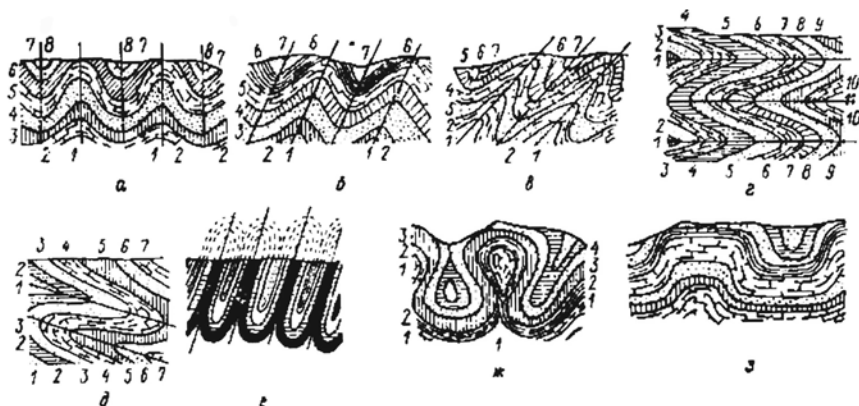
Рисунок 2. Разрывные нарушения

Разломы могут ограничивать какие-то приподнятые части, которые называют горстами, и опущенные, получившие наименование грабенов. О наиболее крупных и сложно построенных грабенах мы также говорили, называя их рифтами.

Более сложным является деление складок, или волнообразных изгибов слоев, не сопровождающиеся разрывами. Различают синклинальные складки, в осевой части которых размещены более молодые отложения, и антиклинальные. Складки бывают симметричными и асимметричными, наклонными, у которых угол наклона крыльев различный. По соотношению длины складки к ширине мы говорим о линейном ее типе, брахиформном и куполовидном. Линейный тип складчатости характерен для складчатого сооружения, являющегося составной частью горно-складчатой области типа Урала, Кавказа, Карпат. Для платформенных депрессий обычными являются купола, брахиантиклинали и брахисинклинали; мы их можем наблюдать в ДДВ и других нефтегазоносных бассейнах.

Складчатые и разрывные нарушения могут формироваться одновременно, и тогда образуется горст-антиклиналь или грабен-синклиналь. Нужно еще раз подчеркнуть, что это тот тип тектонических



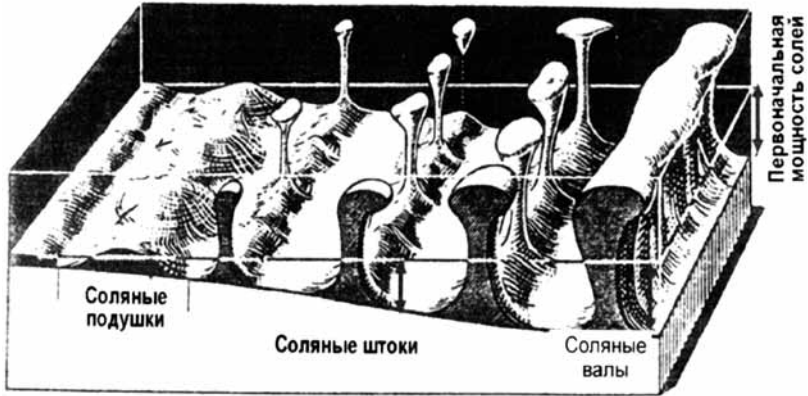


Типы складок в поперечных разрезах:  
а — прямые, б — косые (наклонные), в — опрокинутые, г — лежащие,  
д — перевёрнутые, е — изоклинные, ж — веерообразные, з — сундучные

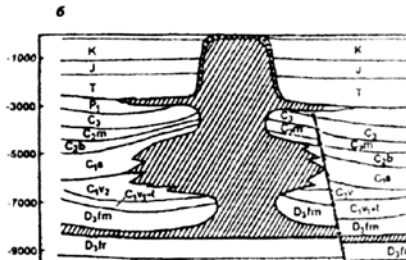
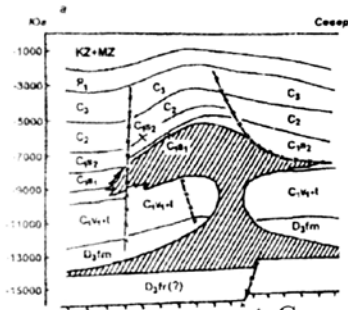
**Рисунок 3. Основные типы складок**

нарушений, который образует наиболее распространенные нефтегазовые ловушки и структуры, мы должны хорошо в них разбираться. Причиной тектонических движений, формирующих деформации, которые нас интересуют, могут быть разные явления. Это сжатия в каких-то зонах и воздымания или наоборот растяжения определенных участков земной коры и проседания. Обычно они обусловлены внутренними, эндогенными причинами, но иногда деформации образуются в результате оползней, движения ледников и др. причин.

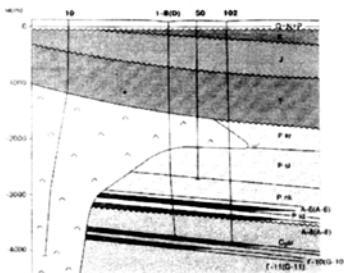
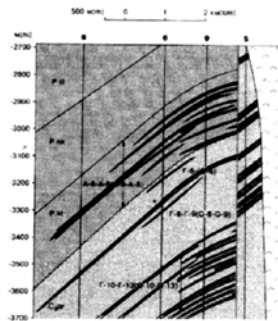
Широко распространенным явлением и причиной нарушения горизонтального залегания пород может быть соляной диапиризм, процесс, когда размещенные на глубине слои соли образуют своеобразные тела — соляные подушки, валы, а также штоки (купола, диапиры), прорывающие и деформирующие вышележащие отложения. Это мы можем наблюдать в Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах, депрессиях Карибского моря, других местах и структурах. Причиной такой соляной тектоники могут быть гравитационный фактор (всплывание соли из-под перекрывающих ее более плотных отложений), тектонический (горизонтальное сжатие) и термический, температурный — увеличение объема соли при нагревании. К солянокупольным структурам часто приурочены скопления УВ. Общая схема строения соляных тел (вздутие, вал) и отдельные солянокупольные поднятия показаны на рис. 4.



### Диаграммы различных типов соляных форм



Солянокупольные поднятия  
Днепровско-Донецкой впадины:  
а - Шебелинское, б - Валковское

Ланновское  
газоконденсатное  
месторождение

## Медведовское газоконденсатное месторождение

**Рисунок 4. Соляные структуры**

Изучение истории развития земной коры позволяет фиксировать периодически происходящие смены тектонических режимов, которые могут сопровождаться региональными деформациями (фазы складчатости), или глобальными структурно-геологическими перестройками. Такое явление может сопровождаться формированием региональных угловых несогласий, а также резким изменением условий осадконакопления. Эти факторы находят отражения в структурно-геологических условиях разрезов и могут формировать определенные нефтегазовые скопления.

Наши представления о структурной геологии необходимо дополнить усвоением знаний о геологических картах. Такие карты являются основным документом, показывающим геологическое строение той или иной площади — страны или отдельного ее участка, материка, всего мира. Составление любой геологической карты — это большой и длительный труд, в котором принимают участие специалисты разного профиля. Цветом на таких картах изображается возраст выходящих на поверхность отложений, геологических систем, а также состав интрузивных тел. Средне- и крупномасштабные геологические карты сопровождаются составлением стратиграфической колонки, показывающей последовательность залегания разновозрастных отложений на изучаемой площади, а также разрезами, где изображается размещение таких отложений на глубине по определенным линиям. Геологические карты являются основой для составления других карт — тектонических, полезных ископаемых, гидрогеологических, структурно-геологических, прогнозных и т. д.

Для составления геологической карты необходимо вспомнить сведения о стратиграфии — последовательности залегания осадочных горных пород. Мы частично уже рассматривали эти вопросы. При изучении какой-то небольшой площади разновозрастные отложения прослеживаются на основании сходства вещественного состава тех или иных толщ, других их скоплений. Например, в условиях Харькова и области мы можем наблюдать сверху вниз толщу лёссовых пород, залегающих под почвенно-растительным слоем, свиту белых кварцевых песков, названных полтавскими, толщу зеленых глауконитовых песков, песчаников и глин (харьковская серия) и др. Ниже залегает толща писчего мела, другие толщи обломочных, карбонатных и других пород, которые можно наблюдать на горе Кременец близ г. Изюма. Кроме прослеживания разновозрастных отложений по вещественному составу мы должны производить датировку, определять возраст пород по найденным



в них палеонтологическим остаткам. Наконец, разновозрастные отложения могут проследиваться геофизическими методами по разрезам пробуренных скважин. Все эти операции входят в составление геологической карты.

Широкое распространение в геологии получило составление тектонических карт. Главным предметом на них, в отличие от геологических, является показ разновозрастных складчатых сооружений, а на площадях платформ — мощности осадочного покрова. Большое внимание на таких картах уделяется изображению разрывных нарушений, определенных смещений по ним, ориентировке складчатых деформаций. Нужно отметить, что средне- и мелкомасштабные тектонические карты для общих представлений о площадном размещении каких-то перспективных площадей являются более информативными, чем геологические. Они же в ряде случаев представляют большой интерес для геологии нефти и газа.

При изучении геологического строения небольших площадей, в пределах отдельных нефтегазовых месторождений или их группы, мы обычно ограничиваемся составлением структурных или структурно-геологических карт, которые показывают различные деформации осадочных отложений, которые могут содержать скопления интересующих нас углеводородов. Именно с такими картами мы обычно будем иметь дело. Такие карты обычно показывают глубину размещения определенного маркирующего горизонта и обязательно должны сопровождаться соответствующими разрезами, показывающими характер складчатых и разрывных деформаций. При составлении наших рефератов, которые предусмотрены нашей программой, мы обязательно должны иллюстрировать геологическое строение наиболее интересных месторождений УВ или отдельных областей и районов такими структурными картами и разрезами.

Завершая рассмотрение вопроса о структурах земной коры, составлении геологических и тектонических карт, нужно подчеркнуть, что данная информация может быть усвоена лишь на практических занятиях, где мы увидим такие карты и структуры. Мы постараемся посмотреть как школьные атласы, где нам когда-то уже говорили о глобальных, материковых и региональных (отдельных стран) картах, так и крупномасштабные карты. А также многообразие различных локальных деформаций, которые могут вмещать нефтегазовые скопления. Основные из таких деформаций будут нами зарисованы. О каких-то локальных деформационных структурах, которые могут вмещать нефтегазовые залежи, мы будем говорить позднее.

## **Гидрогеология**

Это наука о подземных водах (ПВ), структуре и развитии подземной гидросферы. Она изучает следующие основные вопросы: их происхождение, формирование химического и газового состава, современное распределение в земной коре водоносных слоев, движение и режим ПВ, геологическую историю их образования, возможность использования таких вод. В сферу интересов данной науки входит также изучение процессов взаимодействия подземной гидросферы, литосферы, атмосферы, биосферы и человека. Подземная гидросфера резко отличается от поверхностной ее части, характеризуется своими закономерностями перемещения, формирования состава ПВ и условиями их размещения. И в чем-то она более уязвима для техногенного загрязнения, при внедрении в эту сферу человека.

Структура гидрогеологии сложна, и в целом она аналогична другим геологическим наукам. В ее составе выделяют общую, региональную и экологическую гидрогеологии, палеогидрогеологию (подземные воды, формировавшиеся в прошлые интервалы геологической истории и частично сохранившиеся в недрах). Особым ее разделом является тот, что получил название динамика подземных вод (гидродинамика); это ведущее направление гидрогеологии, которое изучает процессы движения вод в недрах под влиянием как природных, так и искусственных факторов. Можно выделять и специальное ее направление, которое изучает минеральные и термальные воды, вопросы и методы улучшения гидрологических условий с целью повышения плодородия почв (мелиоративная гидрогеология), геохимию ПВ (гидрогеохимия) и др. Данная наука тесно сотрудничает с инженерной геологией (обоснование строительства различных сооружений), экологической геологией, а также геологией нефти и газа. Именно это направление гидрогеологии представляет для нас наибольший интерес.

Говоря о подземных водах, мы должны хорошо представлять условия их перемещения и скопления. Вмещающие их отложения осадочных горных пород разделяются на две основные группы — водоносные и водоупорные. Первые из них могут вмещать такие воды, дают возможность перемещаться им в недрах, являются своеобразными фильтрами. Водоупором называют зону или отложения водонепроницаемых или слабопроницаемых пород, которые могут отличаться от водоносных и водопроницаемых пород. Их классическим примером являются глины, соленосные отложения, а также нетрещиноватые известняки, писчий мел, кристаллические сланцы. По структурному положению различают водоупорное ложе, водоупорную кровлю, водоупорный

пласт, горизонт, свиту. Естественно, что в недрах чередование водоупорных и водоносных пород тех или иных площадей может быть самым разным.

Происхождение подземных вод может быть различным. Выделяют инфильтрационные ПВ, просочившиеся в недра в результате поступления атмосферных осадков, поверхностных вод. Особую их группу составляют конденсационные подземные воды, образовавшиеся в недрах под земной поверхностью в результате осаждения или конденсации атмосферных паров; они могут иметь важное значение для пустынных районов, где иногда такие скопления используются. Часть воды в горных породах могла сохраниться с того времени, когда осадки заключали в себе морскую воду, выделившуюся в процессе их преобразования, диагенеза, рождения горных пород; она получила название седиментогенной. Наконец, вода в недрах может образовываться в результате поступления из магмы, что частично мы можем наблюдать при вулканизме; такие воды принято называть ювенильными.

Вода в земной коре может быть в различном виде и состоянии: свободном (пар, капельно-жидкая вода, лед), физически связанном — пленочная, капиллярная, адсорбированная вода и химически связанном состоянии. Примером такого случая могут быть ангидрит и гипс — сульфат натрия, содержащий воду. Либо опал — кремнезем, содержащий 6—34 % воды. В зависимости от характера водовмещающих пород и структуры водоносных бассейнов, ПВ могут разделяться на поровые, трещиноватые, карстовые, грунтовые, межпластовые, артезианские и др. Естественно, что режим всех таких вод будет существенно отличаться. Изложенные здесь представления более обоснованно могут быть поняты на практических занятиях, когда мы рассмотрим водоносные бассейны и структуры. А сейчас только назовем и кратко охарактеризуем основные понятия.

Поровыми называют те природные ПВ, что размещаются в порах горных пород и перемещаются по ним. Примером таких вод являются те из них, что перемещаются в несцементированных осадочных породах — песках. Трещинные воды приурочены к трещиноватым скальным породам, как магматическим и метаморфическим, так и осадочным — песчаникам, известнякам, туфам. Перемещаются такие воды по системе сопряженных трещин — узких щелей различных размеров, образовавшихся в горных породах под воздействием тектонических (механические напряжения), диагенетических и других факторов. Карстовые подземные воды

заклучены в разнообразных полостях, образовавшихся при непрерывном участии процессов растворения. Такие воды в ряде случаев могут даже выходить на поверхность, образуя карстовые источники. Нужно подчеркнуть, что между всеми такими водами существуют постепенные переходы; поэтому мы можем говорить о порово-трещинных, трещинно-карстовых и других ПВ.

Необходимо различать следующие ПВ в зависимости от характера их скопления в недрах. Грунтовыми следует считать подземные воды первого от земной поверхности постоянно существующего горизонта, расположенные на водоупорном слое. Площадь их распространения и область питания обычно совпадают. Такие воды могут быть пластовыми, формирующимися в осадочных отложениях, и трещинного типа — в коре выветривания кристаллических пород. Режим таких ПВ формируется под воздействием физико-географических факторов — климата, рельефа. Обычно эта группа вод имеет важное значение для местного водоснабжения; она же наиболее чувствительна и уязвима к процессам техногенного загрязнения.

Межпластовые воды — это те, что находятся в водоносных слоях, залегающих между пластами водоупорных пород. В большинстве случаев они являются напорными, но иногда водоносный горизонт заполнен водой не полностью и тогда напор отсутствует. От грунтовых вод межпластовые отличаются тем, что поверхность их не соприкасается непосредственно с наземной атмосферой. Артезианскими называют ту группу ПВ, что располагается между водонепроницаемыми толщами и при вскрытии поднимаются выше водоупорной кровли, иногда выше земной поверхности и могут фонтанировать. Соответственно артезианским бассейном называют такую гидрогеологическую структуру, которая приурочена к толщам слабо дислоцированных или пологозалегающих осадочных пород и включает артезианские воды. Обычно такие бассейны приурочены к платформенным депрессиям или краевым прогибам. Классическим примером такого бассейна может быть Днепровско-Донецкая впадина. Нередко именно к таким структурам приурочены наиболее крупные скопления нефти и газа; поэтому мы обязательно будем иметь с ними дело.

Кроме рассмотренного артезианского бассейна могут быть другие места скопления подземных вод, которые называют также водоносным бассейном или бассейном подземных вод. Их нужно отличать от других водоносных структур, получивших название гидрогеологический массив. Такая структура представляет собой выход на





Рисунок 6. Схема артезианского бассейна

поверхность или размещение на небольшой глубине кристаллических магматических, метаморфических или интенсивно дислоцированных плотных осадочных пород, где содержатся трещинные или трещинно-жильные подземные воды. Их примером могут быть Украинский и Балтийский щиты на Восточно-Европейской платформе. Общие представления о строении всех таких водоносных структур дают графическое их изображение — гидрогеологический профиль или разрез.

Подземные воды в верхней части земной коры находятся в непрерывном движении, в состоянии гравитационного перемещения. Объем таких вод составляет 25–50 % подземной гидросферы. Определенным исключением является подземная гидросфера приполярных районов. В зонах многолетнего промерзания ПВ может быть в форме кристаллического льда. Такое явление получило название многолетней, или вечной мерзлоты. Оно широко распространено в приполярных районах Евразии и Северной Америки, где мощность мерзлого слоя достигает 400–600 м, а по некоторым данным — до 1500 м. В России площадь таких промерзлых пород составляет больше половины ее территории (10 из 17 млн км<sup>2</sup>). Некоторые зоны такого подземного оледенения могут составлять до 90 % льда. Естественно, что строительство и разработка месторождений нефти и газа в таких условиях будут очень сложными и своеобразными.

Основной формой движения ПВ является фильтрация. Таким термином называют движение жидкостей и газов в пористой, а также

трещиноватой среде под действием гравитационных сил. Очень малые сечения поровых каналов, огромная поверхность соприкосновения и высокая шероховатость поровых каналов обуславливают большую роль сил трения в этом процессе. Поэтому скорость движения жидкости в недрах значительно ниже скорости свободного ее перемещения. Способность грунта пропускать через себя воду называется коэффициентом фильтрации (водопроницаемости): скорость ее перемещения при напоре, равном единице, которая выражается значениями м/сут. либо см/сек., происходит по линейному закону (закон Дарси) либо по нелинейным законам. Представления о таком процессе (фильтрации) являются основополагающими для подземных вод, при расчете скоростей и объемов их возможного перемещения, а также при вычислении аналогичных параметров движения нефти.

Велика роль ПВ в преобразовании осадков, воздействии на вмещающие породы, изолировании углеводородных скоплений, формировании гидродинамических режимов. Это большой круг вопросов, который мы также должны знать и понимать. Диагенезом (от греческого «второе рождение», перерождение, преобразование) называют процесс превращения осадка в горную породу, что проявлено его уплотнением, удалением части содержащейся воды, изменением минерального состава преобразуемых пород. В некоторых толщах осадочных пород могут сохраняться подземные воды тех морских бассейнов, где эти осадки накапливались. Мы уже говорили, что такие ПВ принято называть седиментогенными.

Еще одним широко распространенным процессом, явлением подземной гидросферы является то, что принято называть химическим выветриванием, формированием в недрах своеобразной коры выветривания. Например, при выветривании гранитов их полевые шпаты могут превращаться в каолиновые глины. Глубина такого преобразования может достигать нескольких сотен метров. Такие зоны преобразованных пород могут иметь разную форму; соответственно говорят о линейной и площадной коре выветривания, остаточной и переотложенной. Нужно подчеркнуть, что такой процесс формирует определенные полезные ископаемые – каолины, бокситы, никелевые и железные руды, россыпи. Мы частично уже говорили обо всем этом, рассматривая природные процессы.

Более важной для нас является роль подземных вод в изолировании скоплений нефти и газа, которые обычно подпирают снизу такие залежи. Они же формируют многопластовые месторождения, в которых залежи разделены водоносными горизонтами. Эти же воды, находящиеся на большой глубине под большим давлением,

формируют соответствующие гидродинамические и геохимические режимы. А также могут обусловить площадное перемещение углеводородов. Подробнее об этом мы будем говорить в следующих разделах нашего курса, рассматривая отдельные месторождения.

Еще одной особенностью ПВ, которую нужно учитывать при разработке месторождений нефти и газа, нужно считать ее агрессивность. Таким термином определяют способность этих вод путем химического воздействия разрушать горные породы и находящиеся в недрах другие материалы (известняки, металлы, бетон). Различают углекислотную, щелочную, сульфатную и магниевую агрессивность. В частности, растворенная в воде двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) обладает способностью переводить в раствор карбонат кальция; процесс растворения обратим и часть свободной углекислоты остается неизрасходованной. С результатами такого явления мы знакомы при формировании карстовых пещер. Но его нужно учитывать и при оценке устойчивости наших инженерных сооружений, в том числе, пробуренных скважин.

Наконец, такие показатели как температурный режим ПВ, изучаемый гидрогеологией и гидротермией, а также их химический состав могут быть показателем возможного существования углеводородов. Это вопросы, которыми занимаются специалисты соответствующего профиля, а нам нужно только знать об этом. И понимать, на чем основаны некоторые прогнозы. Наконец, размещение в недрах зон с высокой температурой в ряде случаев может иметь важное практическое значение — использование термальных вод как одного из факторов энергетического обеспечения.

В заключение раздела необходимо напомнить, что подземные воды это не только составная часть земной коры, но и своеобразное и очень важное полезное ископаемое. Для него также подсчитываются запасы, определяются месторождения, производится разработка. Причем, роль такого ископаемого в дальнейшем развитии человеческого общества будет возрастать. В отличие от других его видов оно обладает способностью пополнять свои запасы в процессе своего извлечения за счет непрерывно происходящего поступления, инфильтрации. При перемещении таких ПВ происходит своеобразная их очистка глинистыми минералами горных пород. ПВ бывают как пресными, пригодными для питьевых целей, так и солеными или даже рассолами, которые в ряде случаев также могут использоваться. Часть таких вод используется при разработке нефти и газа (поддержание пластового давления и др.). Все эти данные показывают необходимость большой осторожности, соблюде-

ния разнообразных санитарных и технологических требований и положений при разработке месторождений нефти и газа.

Практические занятия по данному разделу будут сводиться к получению знаний о типах ПВ, гидрогеологических структурах (артезианских бассейнах и др.), простейших расчетах по динамике подземных вод, понимании условий перемещения в недрах. В последующих разделах и даже новых наших курсах мы попробуем понять суть контактов газ–вода, нефть–вода (ГВК, НВК) и значение таких понятий для подсчета запасов нефтегазовых скоплений и ресурсов (залежей, месторождений, бассейнов).

**Вопросы для контроля знаний:** *Структура геологических наук. Основные методы геологии. Какие науки изучают вещество ЗК. Схема деления минералов. Деление горных пород (ГП). Что такое геологические тела. Как разделяются осадочные ГП по вещественному составу. Природные процессы, формирующие земную кору. Суть тектонических движений, как и чем они проявлены. Как формируются осадочные горные породы. Схема строения ЗК. Осадочный слой ЗК. Геофизические методы изучения недр. Что такое стратиграфия, что она изучает, на чем основано сопоставление разновозрастных отложений. Деление структур ЗК: что такое платформы, складчатые сооружения, краевые прогибы, плиты, материковые рифты. Основные локальные деформации ЗК – разрывные и складчатые; локальные тектонические структуры (типы разломов, складок, брахиантиклинали, купола). Соляная тектоника, сокупольные структуры. Какое имеют значение локальные структуры для сохранения скоплений нефти и газа. Геологические и тектонические карты, что они показывают. Что изучает гидрогеология. Происхождение и схемы деления подземных вод (ПВ). Роль ПВ в формировании и изоляции нефтегазовых скоплений.*

## 2. УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА

### История освоения нефтегазовых скоплений

Нефть использовалась человеком для освещения, лечебных целей и как строительный материал еще в глубокой древности. Кустарные промыслы по ее добыче существовали на Ближнем Востоке (бассейн реки Евфрат) еще за 6 тыс. лет до н.э. В Крыму на Керченском п-ове источники нефти использовались за 2 тыс. лет до н. э., а в Китае (провинции Юнань и Шанси) – за несколько столетий до н. э. Однако до середины XIX ст. нефть добывалась кустарным способом из

неглубоких колодцев и в небольших количествах. С последней трети XVIII ст. шахтный способ добычи использовался уже в разных странах и регионах — Закарпатье (1771), Франции (1813), Азербайджане (1848), Польше (1853) и др.

Начатый во второй половине XIX ст. машинный способ добычи путем бурения скважин способствовал быстрому развитию нефтедобывающей промышленности. В 1859 г. в штате Пенсильвания (США) вблизи нефтяного источника была пробурена первая в мире нефтяная скважина. И если в 1859 г. на всех континентах было добыто всего 5 тыс. т нефти, то в 1900 г. мировая добыча достигла почти 20 млн т, из которых на Россию приходилось 53 % добычи, а на США — 43 %. В 1950 г. она достигла уже 520 млн т, а в конце столетия составляла около 3500 млн т. Причем, такие показатели не только непрерывно возрастают, но и прогнозируется дальнейшее их увеличение. Ожидалось, что в 2010 г. мировая потребность в нефти составит 6430—6650 млн т условного топлива, а в 2020 г мировая потребность достигнет 8150 млн т; хотя некоторые эксперты прогнозируют спад добычи.

Вторая половина XIX ст. и первая половина XX ст. характеризовались расширением географии нефтедобычи. Ее начали добывать на Кубане и в Крыму (1864), Туркменистане (1870), Азербайджане (1873), Южной Америке (1878), Италии (1889), Индо-Гангской провинции (1899), Предкавказье (1893) и др. Начинается теоретическая разработка вопросов нефтегазовой геологии. Появляются первые гипотезы происхождения нефти, сформулированные Д.И. Менделеевым (1877) и др. Начинает использоваться термин «ловушка» (1889), приступают к изучению солянокупольных структур (1901, 1911). Фиксируется приуроченность скоплений УВ к определенным литологостратиграфическим комплексам (1927 и др.), появляются представления о нефтематеринских (1925) и нефтегазоносных толщах, разрабатываются вопросы биогеохимии нефти (1934). Ко второй четверти XX ст. относятся находки, и начинается освоение нефти в Иране, Ираке, на Аравийском п-ове (1923 и др.), в Австралии, Венесуэле (1928), Бахрейне (1932), Урало-Поволжье. Начато также освоение УВ в акваториях (1924, 1933).

Меньшими темпами, но достаточно активно использовался природный газ (1912, 1918, 1921, 1924, 1936, 1939 и др.), роль которого в развитии отдельных стран повысилась уже в первой половине XX ст. История освоения его является более короткой, но не менее активной в течение последнего века. Сперва он использовался лишь как топливо, но начиная с 1930-х гг. его потребляли ряд

отраслей промышленности (металлургическая, металлообрабатывающая, цементная, химическая); он перерабатывался как технологическое сырье (сжиженный газ). Если в 1920 г. мировая добыча природного газа составляла лишь 35 млрд куб. м, то в 1950 г. она возросла до 192 млрд куб. м, а концу XX ст. приблизилась к 2200 млрд куб. м.

Резкое возрастание добычи нефти и газа, особенно после Второй мировой войны, сопровождалось значительным расширением поисково-разведочных работ. Если в 1940 г. нефтегазопроисловые работы велись всего в 56 странах, то в 1967 г. ими было охвачено уже 110 государств на всех пяти континентах. Причем, нефть и природный газ являются важнейшими энергоносителями, доля которых в энергетике различных стран колеблется от 30–50 до 70–80 % и более. Эти углеводороды являются основой благополучия многих государств; в настоящее время на первом месте по добыче нефти стоит Саудовская Аравия, на втором Россия, а на третьем США. Прогнозная оценка мировых потенциальных ресурсов жидких углеводородов по данным различных исследователей колеблется в пределах 270–500 млрд т. Всего в мире открыто около 50 тыс. месторождений нефти и газа. Вместе с тем, подчеркивается, что территории многих стран мира пока еще не изучена полностью или в значительной степени, а поисковые работы в пределах акваторий находятся лишь на начальной стадии.

Первые морские скважины пробурены в Каспийском море в 1924 г. с искусственных сооружений и в Мексиканском заливе (США, 1933) с плавающей баржи. В 1958 г. работы на морских нефтепромыслах проводили лишь четыре страны. В 1960 г. поиски нефти и газа на шельфе осуществляли 15 стран, а в 1973 г. – около 100 стран. В 1980 г. уже более 40 государств имели морские нефтепромыслы. Если к началу 1970-х гг. добыча нефти и газа ограничивалась глубинами 100–110 м и расстоянием от берега до 150 км, то сейчас в мире ежегодно бурят до 1000 поисково-разведочных скважин общим метражом около 3 млн м и до 2000 эксплуатационных скважин. В отдельных случаях нефть добывают на участках глубже 300 м и на расстоянии от берега до 200 км. Поисковые работы распространяются на все более глубокие районы акваторий, поскольку более 30 % запасов нефти и газа в Мировом океане размещается на глубинах более 200 м. Ожидалось, что к 2010 г. в море будет добывать-ся до 60 % всей нефти; вероятно, это произойдет несколько позднее.

Кроме расширения масштабов и географии поисков и освоения нефти и газа, начинают изучаться альтернативные источники энергии. Изучается возможность освоения газов угольных место-

рождений (1968, 2001, 2005, 2010), газогидратов (1943, 1956, 1963, 1965, 1969 и др.), сланцевого газа. Большое значение для нефтегазовой геологии имело изучение дна Мирового океана буровым судном «Гломар Челленджер» (1968–1983). В нашей стране разрабатывается законодательство о недрах (1975), утверждается «Положение об этапах и стадиях геолого-разведочных работ на нефть и газ», принимается Энергетическая программа (1983), усиливается внимание к охране природы. В 1960 г. создана организация стран – экспортеров нефти (ОПЕК). В Украине в течение 1950–1960 гг. создается система НИИ и учебных заведений по изучению нефтегазовых вопросов и подготовке кадров, а с 1964 г. начато создание подземных газовых хранилищ (ПХГ).

Еще одной особенностью геологии УВ и нефтегазового промыслового дела является активное международное сотрудничество. Уже с начала XX ст. начато регулярное проведение международных и мировых конгрессов и энергетических конференций, прерывавшихся лишь в годы мировых войн. Во многих странах издается большое количество специальных журналов, что мы можем видеть на примере России и Украины. В последние десятилетия большое внимание уделяется разного рода экологическим проблемам в связи с разработкой нефтегазовых месторождений, поискам других углеводородов, а также альтернативным энергетическим источникам (геотермальное тепло, энергия Солнца и ветра и др.), дополняющим традиционные нефть и газ. К числу проблем нефтегазодобычи нужно отнести также необходимость решения вопросов транспортировки нефти и газа, учитывая неравномерное их площадное размещение и различные потребности разных государств. Это важное для Украины положение, учитывая важную газотранспортную роль страны в обеспечении Европы.

Общее представление об истории освоения нефтегазовых скоплений в мировом масштабе дает одно из приложений, где показаны даты решения каких-то ключевых вопросов геологии нефти и газа, газопромыслового дела. Основное внимание там уделено освещению данных положений в Украине, а также попыткам решать некоторые альтернативные проблемы энергетического обеспечения человечества (сланцевый газ, газы угольных месторождений, газогидраты). Естественно, что данная история может быть дополнена, что станет предметом специальных исследований, темой нового студенческого реферата, где будет показано, как развивались и решались эти вопросы в других странах (Центральная и Юго-Западная Азия, Америка, Африка).

## Состав и свойства нефти и природного газа

Нефть и природный газ относятся к особой группе минеральных образований земной коры, называемой каустобиолитами, или горючими полезными ископаемыми преимущественно органического (биологического) происхождения. Они разделяются на два больших ряда:

- 1) Угольный – торф, бурый и каменный уголь, антрациты;
- 2) Нефтяной, или битумный – нефть, природные углеводородные газы, природные битумы (мальты, асфальты, озокериты др.).

Нефть представляет собой природную горючую маслянистую жидкость чаще всего темного цвета, флюоресцирующую на свету и состоящую в основном из углеводородных соединений. Важнейшими ее физическими свойствами являются плотность (720–1000 кг/куб. м), вязкость (0,5–150 мПа.с), поверхностное натяжение, растворимость (низкая в воде, высокая в газе), оптическая активность (способность вращать плоскость поляризации светового луча), электрические свойства (нефть – диэлектрик). Нефть состоит из 5 химических элементов – С, Н, S, О, N при резком преобладании двух первых – углерода (83–87 %) и водорода (12–14 %). Гетероэлементы (S, О, N) составляют в сумме 5–8 %. Содержание других элементов (V, Ni и др.) ничтожно.

Углеводородные соединения составляют в нефти от 75 до 100 %. Среди них различают следующие группы:

- 1) Парафиновые УВ (метановые, алифатические, алканы);
- 2) Нафтеновые УВ (полиметиленовые, нафтенны, циклопарафины, цикланы);
- 3) Ароматические УВ (арены);
- 4) Смешанные, или гибридные УВ.

Неуглеводородные, или гетероатомные компоненты нефти включают сернистые (сульфиды, меркаптаны, элементарная сера), азотистые (соединения рядов пиридина и хинолина), кислородные (нафтеновые кислоты, кетоны, фенолы и др.) соединения, металлоорганические комплексы, смолы и асфальтены. Всего из нефти выделено и идентифицировано более 500 индивидуальных химических соединений.

Природные газы в земной коре находятся в свободном (залежи), растворенном, сорбированном и твердом (газогидраты) состояниях. Основным компонентом газовых скоплений обычно является метан –  $\text{CH}_4$  (до 95–99 %). Иногда его содержание снижается до 20–50 % и менее. Гомологи метана (этан, пропан, бутаны, пары пентанов),



или тяжелые углеводороды содержатся в количестве от 1–5 до 15–20 %, редко больше или меньше. Из неуглеродных компонентов в составе природных газов присутствуют: азот, инертные газы (главным образом гелий и аргон), углекислый газ, иногда сероводород. Иногда в природных газах обнаруживают водород, окись углерода, сернистый газ. Присутствие кислорода обычно связывают с загрязнением изучаемых проб атмосферным воздухом.

Физические свойства природных газов определяются их химическим составом. Газы, растворенные в нефти и выделяющиеся в свободную фазу на поверхности при ее добыче, называются попутными нефтяными газами. Жидкие углеводороды, выпадающие из добываемого газа на поверхности, называются газовым конденсатом; они состоят в основном из бензиновой фракции. Такой компонент, наряду с нефтью и газом, представляет предмет специального интереса и разработки. При наличии в природе конденсатов в большом количестве говорят о газоконденсатном месторождении

### **Условия залегания нефти и газа в земной коре**

Для образования промышленного скопления (залежи) нефти и газа в земной коре необходимы следующие условия:

- 1) наличие породы, которая может их содержать — коллектора;
- 2) наличие газонефтеупорной крыши;
- 3) наличие ловушки для углеводородов, определенных локальных геологических структур;
- 4) наличие благоприятных гидрогеологических условий;
- 5) наличие в достаточном количестве углеводородов.

Коллекторами называются горные породы, обладающие способностью вмещать нефть, газ и воду и отдавать их при разработке. Они должны обладать емкостью и проницаемостью. Таким термином называется любая порода, содержащая сообщающееся пространство, которое может быть заполнено углеводородами. Это в большинстве случаев осадочные породы терригенного и хемогенного состава. Коллекторские свойства пласта определяются его емкостными и фильтрационными свойствами, к которым относятся пористость, проницаемость, гранулометрический состав, сжимаемость и др. Схема их деления аналогична осадочным породам — выделяют обломочные (кластические, терригенные), хемогенные и биогенные, а также смешанного состава породы-коллектора. Кроме того, они разделяются на две основные группы — пористые и трещинные. Слабо проницаемыми для УВ или непроницаемы-

ми породами являются глины, соли, гипсы, ангидриты, плотные известняки, образующие обычно покрывку, которая перекрывает продуктивный коллектор, нефтегазовые залежи, препятствуя их разрушению.

По характеру пустот коллекторы разделяются на:

- 1) гранулярные, или поровые, представленные только обломочными осадочными породами;
- 2) трещинные — литифицированные плотные осадочные, магматические и метаморфические горные породы;
- 3) каверновые, или кавернозные — только карбонатные породы;
- 4) смешанные, среди которых различают порово-трещинные, порово-каверновые, каверново-трещинные.

Емкость коллектора характеризуется коэффициентом пористости. Различают общую, открытую и эффективную пористость. По размерам поры делятся на сверхкапиллярные (более 508 мкм), капиллярные (508—0,2 мкм) и субкапиллярные (менее 0,2 мкм); последние коллекторами уже не являются.

Основным показателем породы-коллектора является ее пористость. Она определяется наличием пустот в породе, которые могут быть местом перемещения или скопления углеводородов. Выражается она в процентах или долях от геометрического объема породы. Различают полную, открытую и эффективную пористость. Коэффициент полной пористости определяется как отношение объема всех пор к видимому объему породы. Эффективная пористость — это совокупность пор, через которые может осуществляться миграция данного флюида. Она зависит от количественного соотношения между флюидами, физических свойств данного флюида, самой породы.

Коэффициент открытой пористости есть отношение объема взаимосоединяющихся пор, в которых возможно течение жидкости, к видимому объему породы. Пористость определяется по результатам изучения керна или геофизическим исследованиям в скважинах. В большинстве обломочных пород она составляет от 5 до 30 %, чаще всего 10—20 %. В карбонатных породах она меньше, но там возрастает проницаемость. Промышленная пористость составляет 5 %; в зависимости от ее величины говорят об очень плохой, плохой, средней, хорошей и очень хорошей пористости.

Проницаемостью называют способность породы пропускать через себя жидкость и газ при перепаде давления. Определяется она в лабораториях путем прокачивания нефти, газа, воды через образцы керна. Обычно определяют горизонтальную и вертикальную проницаемость. Может также определяться по результатам исследования

скважин. Различают физическую, фазовую и относительную проницаемость. Единицей ее измерения является величина, выводимая из закона Дарси, хорошо известного в гидрогеологии. Определяемая скорость фильтрации прямо пропорциональна площади поперечного сечения и градиенту давления и обратно пропорциональна вязкости флюида. В системе СИ за единицу проницаемости принят 1 кв. м или 1 кв. мкм. Коэффициент проницаемости и коэффициент фильтрации связаны между собой следующими соотношениями: первый из них прямо пропорционален динамической вязкости флюида и обратно пропорционален объемному весу флюида, умноженному на коэффициент фильтрации.

Утвердившейся является классификация песчано-алевролитовых коллекторов по А.А. Ханину, в основу выделения классов которой принята проницаемость по газу в кв. мкм: класс I (очень высокая проницаемость и емкость) более или равна 1; класс II (высокая проницаемость и емкость) 0,5–1; класс III (средняя) 0,1–0,5; класс IV (пониженная) 0,01–0,1; класс V (низкая) 0,001–0,01; класс VI (не является коллектором, не имеет промышленного значения) – менее 0,001. Слабопроницаемые породы, перекрывающие нефтяные и газовые залежи, называются покрышками (а соответствующие породы – флюидопорами). Роль покрышек выполняют глины, соли, гипсы, ангидриты и плотные разности карбонатных пород. А.А. Ханиным предложена обобщающая классификация покрышек по их экранирующей способности, которая учитывает их проницаемость и давление прорыва газа. Они по экранирующей способности соответственно разделяются на группы весьма высоких (группа покрышек А), высоких (В), средних (С), пониженных (Д) и низких (Е).

Нужно учитывать также насыщенность пор флюидами – заполнение порового пространства пород-коллекторов жидкими и/или газовыми фазами. В зависимости от флюида-заполнителя выделяются водо-, нефте- и газонасыщенность, которые выражаются в процентах. Водонасыщенность – это степень заполнения порового пространства водой. Вода в породе может быть свободной и связанной. Свободная вода перемещается в поровом пространстве при формировании скоплений УВ и может полностью или частично вытесняться ими, связанная – остается. Физически связанная вода зафиксирована в породе вследствие проявления молекулярных сил (сорбция), химически связанная вода находится в структуре минералов (например, гипс). С точки зрения водонасыщенности представляет интерес свободная и физически связанная вода, так как та и другая занимают пустотное пространство пород.

Количество воды в породе после заполнения последней флюидом является ее остаточной водонасыщенностью. Содержание остаточной воды тем выше, чем более дисперсна порода. Например, в уплотненных мелкозернистых песчаниках остаточная водонасыщенность составляет 10–30 %, а в глинистых алевролитах — 70–75 %. При подготовке исходных данных для подсчета запасов нефти и газа из величины средней пористости пород продуктивного пласта необходимо вычесть содержание остаточной воды. А нефте- и газонасыщенность — это степень заполнения порового пространства породы нефтью или газом соответственно.

Важной характеристикой в практике промысловой геологии нефти и газа является минимальная пористость, проницаемость и газонефтенасыщенность коллектора. Минимальная открытая пористость коллектора — это наименьшая открытая пористость, при которой в начальных пластовых условиях начинается фильтрация углеводородных компонентов пластового флюида, и из залежи могут быть добыты (извлечены) нефть или газ современными технологиями разработки. Минимальная абсолютная проницаемость коллектора — наименьшая абсолютная его проницаемость, при которой в начальных пластовых условиях начинается фильтрация углеводородных компонентов пластового флюида. Минимальная нефтегазонасыщенность продуктивного коллектора — наименьшая насыщенность коллектора нефтью или газом, при которой в начальных пластовых условиях фазовая проницаемость коллектора для УВ компонентов пластовых флюидов больше нуля.

И еще один показатель, который связан с условиями залегания УВ. Природными резервуарами называются естественные емкости для нефти, газа и воды, внутри которых эти флюиды могут циркулировать, и форма которых обусловлена соотношением коллектора с вмещающими его плохо проницаемыми породами. Выделяют следующие типы таких резервуаров: пластовые, массивные, массивно-пластовые, литологически ограниченные.

### **Залежи и месторождения нефти и газа**

Нефть и газ могут задерживаться и скапливаться только в определенных частях природных резервуаров, называемых ловушкой. Таким термином называют часть резервуара, в которой в условиях действия сил гравитации благодаря наличию препятствия (экрана) на пути движения нефть и газ задерживаются и образуют скопление (залежь). Различают следующие классы ловушек:

- 1) структурные сводовые, образуемые изгибом слоев;
- 2) структурные, экранированные сбросами, или тектонически экранированные;
- 3) стратиграфические;
- 4) литологические (литологически экранированные);
- 5) рифогенные (биогермные);
- 6) гидродинамические (гидравлические).

Около 80 % залежей УВ в мире связано с ловушками структурного класса. К ловушкам иных классов, называемых нетрадиционными, приурочено около 205 залежей. Однако в старых и хорошо разведанных регионах доля последних обычно возрастает. Основные типы ловушек показаны на рис. 8.

Залежь нефти и газа – это естественное локальное (единичное) изолированное скопление нефти и газа в ловушке.

Соответственно месторождением называют совокупность залежей УВ, приуроченных к одной или нескольким ловушкам в недрах одной и той же ограниченной по размерам площади, контролируемой единым структурным элементом.

Поверхности раздела газа и нефти, воды и нефти, газа и воды называют соответственно поверхностями газонефтяного (ГНК), водонефтяного (ВНК) и газоводяного (ГВК) контактов. Линию пересечения поверхности ВНК (ГВК) с кровлей продуктивного пласта называют внешним контуром нефтеносности (газоносности), а с подошвой продуктивного пласта – внутренним контуром нефтеносности (газоносности). Если нефть (газ) заполняют пласт не на всю его толщину и по всей площади, подстилаемой водой, то такие залежи называются водоплавающими (неполнопластовыми). Если в своде пласт заполнен нефтью (газом) на всю толщину, то такая залежь называется полнопластовой. Такие залежи имеют «сухое поле». Длина, ширина и площадь залежи определяются по внешнему контуру нефте(газо)носности. Высотой залежи называется вертикальное расстояние от подошвы залежи (ВНК или ГВК) до ее высшей (апикальной) точки.

Залежи УВ классифицируются:

- 1) по типу заключающих их ловушек и природных резервуаров;
- 2) по фазовому состоянию заполняющих их веществ.

Из классификаций по первому признаку широкое признание получила классификация И.О. Брода, в которой на первом месте стоит тип природного резервуара, а на втором – тип ловушки, или экранирования. На этом основании выделяются:

- 1) пластовые сводовые,

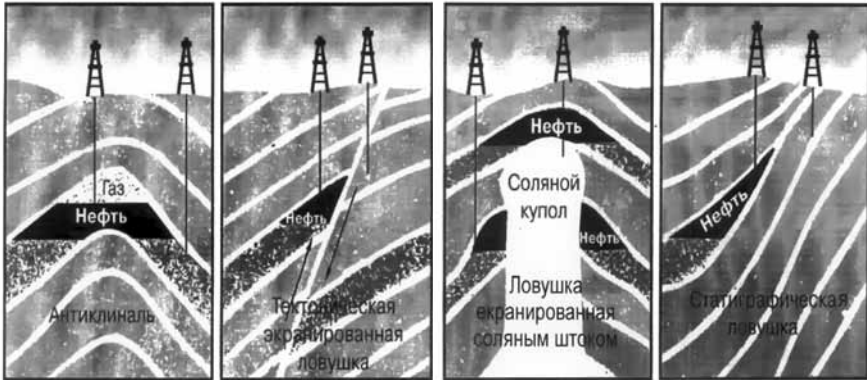


Рисунок 7. Основные типы ловушек

- 2) пластовые тектонически экранированные,
- 3) пластовые стратиграфически экранированные,
- 4) пластовые литологически экранированные,
- 5) пластовые экранированные поверхностью соляных штоков или глиняных диапиров,
- 6) пластовые экранированные асфальтом,
- 7) пластовые в гидродинамических ловушках,
- 8) массивные структурные,
- 9) массивные в эрозионных выступах,
- 10) массивные в биогермных образованиях,
- 11) литологически ограниченные.

В классификации украинских геологов выделяется два типа залежей – сводовый и экранированный. Классы внутри этих типов выделяются по характеру природных резервуаров – пластовый, массивный, массивно-пластовый. Виды залежей разделяются по особенностям структур и характеру экранирования. По фазовому состоянию залежи разделяются на нефтяные, газонефтяные (нефтяные с газовой шапкой), нефтегазовые (газовые с нефтяной оторочкой), газовые (сухого или жирного газа), газоконденсатные (конденсатногазовые), нефтеконденсатногазовые.

Месторождения УВ также могут классифицироваться по различным признакам. Так, по количеству развитых на месторождении продуктивных горизонтов, они могут быть разделены на однопластовые и многопластовые.

Причем пласты на таких месторождениях могут быть изолированными или взаимосвязанными. Такие нефтегазоносные структуры могут быть нарушены разломами или солянокупольными

структурами, иметь другие особенности. Основные типы таких месторождений показаны на рис. 8. Кроме того, в зависимости от величины запасов газа в Украине принято разделять месторождения на уникальные (более 300 млрд куб. м), крупные (100–300), большие (30–100), средние (10–30), небольшие (5–10), мелкие (1–5) и очень мелкие (менее 1 млрд куб. м). Такие представления необходимы для более полной количественной оценки и значимости разрабатываемого объекта.

Общие представления об основных типах месторождений и залежах дают приводимые ниже их рисунки (разрезы). На практических занятиях мы будем детально характеризовать их, устанавливать тип залежи, уровень подстилающего их водоносного горизонта (ВНК и ГНК), получать первые представления о том, как будут разрабатываться такие месторождения. Для этого на кафедре имеется

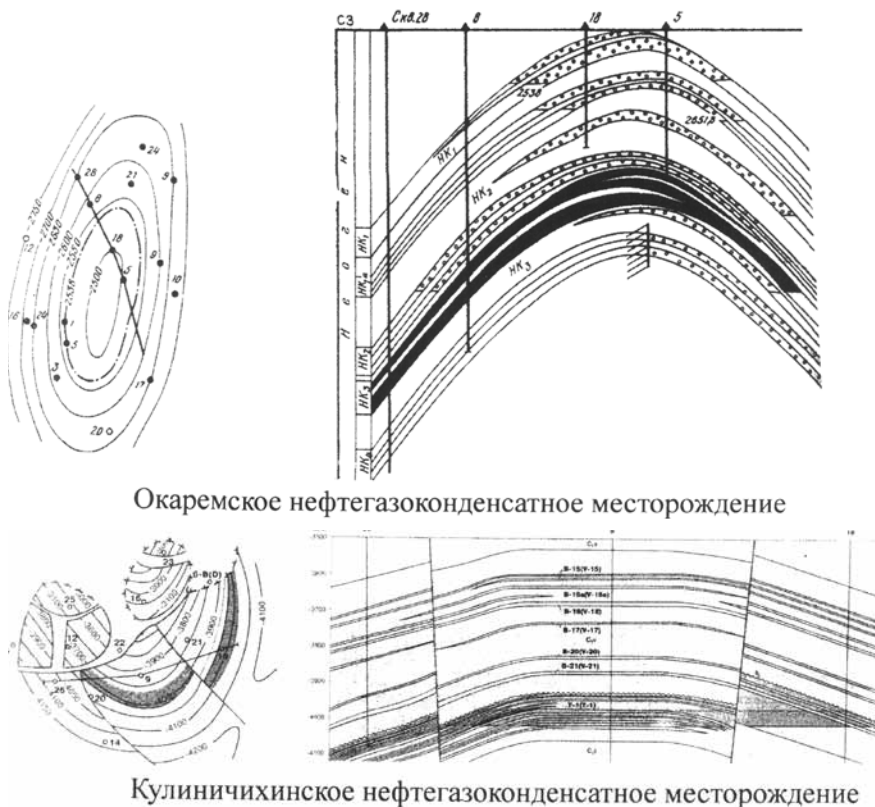


Рисунок 8. Основные типы месторождений

большой графический материал; частично новую подобную информацию студенты будут приносить в процессе составления своих рефератов. Мы должны получить хорошее «объемное» представление о тех месторождениях, которые планируем разрабатывать.

### **Миграция нефти и газа, формирование залежей**

Под миграцией нефти и газа понимаются все виды и формы перемещения их в горных породах. Различают следующие виды миграции:

- 1) внутрипластовая (внутрирезервуарная) и межпластовая (межрезервуарная);
- 2) боковая (латеральная) и вертикальная;
- 3) первичная, или эмиграция — миграция УВ из нефтематеринской толщи в коллектор и вторичная — миграция вне материнских пород.

Форма миграции может быть:

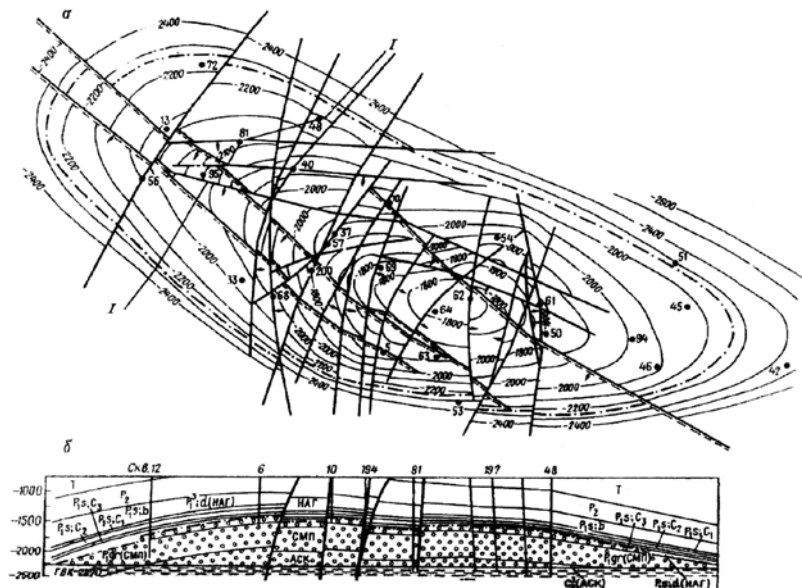
- 1) молекулярной — диффузия или перемещение в растворенном состоянии вместе с водой;
- 2) струйной, или фазовой — миграция в свободном состоянии в виде жидкости (нефть) и газа, в том числе газонефтяной раствор.

Факторами миграции нефти и газа являются:

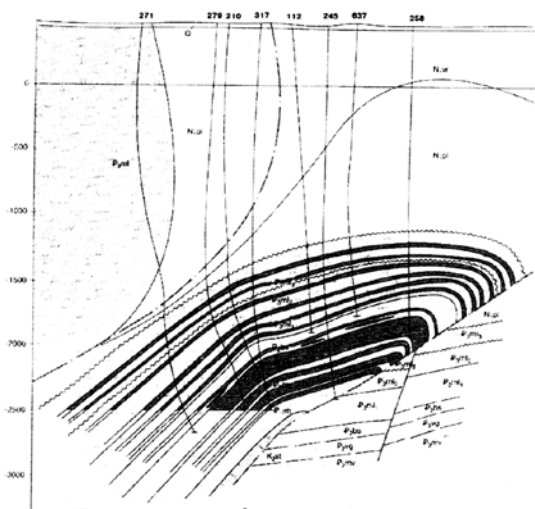
- 1) выжимание их вместе с водой в процессе уплотнения осадков и пород;
- 2) повышение температуры с погружением и увеличением объема УВ;
- 3) увеличение давления, которое может привести к гидроразрыву пласта;
- 4) фактором первичной миграции может быть также диффузия, всплывание нефти и газа под действием архимедовой силы и гидравлический фактор.

В процессе миграции нефти и газа в пласте-коллекторе происходит аккумуляция их в ловушках, которые встречаются на пути миграции, и таким образом происходит формирование первичных залежей углеводородов. При этом в определенных условиях происходит также разделение нефти и газа. Например, согласно принципу дифференциального улавливания при восходящей латеральной миграции газонефтяного потока наиболее глубокие ловушки в цепочке структур оказываются заполненными газом, промежуточные газом и нефтью, а самые высокие структуры заполняются нефтью. И.В. Высоцкий оценивает скорость накопления нефти в ловушках величиной от 12 до 700 куб. м/год, а продолжительность формирования нефтяных залежей 1—12 млн лет.





Шебелинское газоконденсатное месторождение:  
а - структурная карта по кровле араукаритовой свиты;  
б - геологический профиль.



Долинское нефтяное месторождение

Рисунок 8. Основные типы месторождений (продолжение)

Переформирование залежей УВ может происходить при раскрытии ловушки в результате тектонических подвижек или в результате вертикальной миграции при образовании разрывных тектонических нарушений. Образовавшиеся в результате переформирования залежи называются вторичными. Формирование и переформирование залежей происходит в разнообразной и сложной геологической обстановке; на них влияют разнообразные тектонические, литологические, гидрогеологические факторы. Скопления нефти и газа, образованные в результате миграции и аккумуляции их в ловушках, в последующем в ходе геологического развития территории могут быть частично или полностью разрушены под влиянием тектонических, биохимических, химических и физических факторов.

Практические занятия по теме раздела будут сводиться к анализу типа и характера залежей на разных месторождениях. В частности, будут сделаны рисунки месторождений с однопластовыми и многопластовыми залежами, изолированными или взаимосвязанными. А также нарушенными разломами или солянокупольными структурами. На кафедре имеется подборка таких структур и разрезов по нескольким десяткам месторождений.

Вопросы: *История освоения нефтегазовых скоплений. Состав и свойства нефти и газа. Условия залегания нефти и газа – коллекторы и покрышки. Понятие о пористости, проницаемости ГП. Залежи и месторождения нефти и газа. Понятие о природных резервуарах, ловушках, залежах и месторождениях. Схема деления залежей. Миграция нефти и газа.*

### **3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**

#### **Основные закономерности размещения УВ по площади и разрезу**

На земном шаре известно более 50000 месторождений нефти, газа и битумов, открытых на всех континентах (кроме Антарктиды) и во многих омывающих их морях и океанах. Однако выявленные залежи УВ в пределах нефтегазоносных площадей и месторождений, а также сами эти территории и акватории распределены крайне неравномерно. Определяется это, прежде всего, их геологическим строением и развитием.

Нефтегазообразование и нефтегазонакопление генетически связаны с осадочными отложениями и представляют собой одно из составных звеньев литогенеза, развивающегося в тесной связи с направлением тектонического развития земной коры и определенного ее участка. Нефть, газ, седиментогенные и литогенные воды представляют собой жидкие и газообразные продукты литогенеза или осадконакопления, обособляющиеся в процессе постседиментационного преобразования осадков и пород.

Процессы нефтегазообразования и нефтегазонакопления имеют неравномерный периодический характер, тесно связанный с цикличностью тектонических режимов, седиментационно-палеогеографических обстановок и литогенеза, и при благоприятных условиях осадконакопления происходили в течение почти всех геологических периодов фанерозоя и частично докембрия. Крупнейшие нефтегазонасыщенные провинции связаны с обширными и глубокими бассейнами, заполненными разнообразными осадочными образованиями, среди которых имеются нефтегазогенерирующие формации, разграничивающие их толщи, а также породы-коллекторы, покрывки и благоприятные для нефтегазонакопления структурные формы.

Возникновение и развитие процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления в земной коре контролируется совокупностью взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов. Главнейшими из них являются:

1) Палеотектонические условия, в особенности на этапах развития быстрого погружения и интенсивного осадконакопления, когда накапливаются мощные доминантные комплексы осадков, включающие и нефтегазогенерирующие свиты;

2) Особенности современной структуры территории или акватории, определяющие наличие разнообразных ловушек, в том числе крупных;

3) Палеогеографические и литолого-фациальные условия накопления осадков, которые определяют образование нефтегазогенерирующих толщ, а также коллекторские свойства природных резервуаров и экранирующие свойства покрывок;

4) Термобарические условия и их изменение во времени, обуславливающие последовательное прохождение зон газо- и нефтеобразования;

5) Современные гидрогеологические и палеогидрогеологические условия, определяющие условия миграции УВ, их накопления в ловушках и сохранение образовавшихся залежей.

В вертикальном разрезе нефтегазоносных площадей выделяются три основные генетические зоны:

1) Верхняя зона метанообразования (биохимический низкотемпературный метан) на глубинах до 1,2–1,5 км, имеющая температуры до 30–50°C;

2) Средняя зона – нефтеобразования (главная зона нефтеобразования, ГЗН), которая получает развитие на глубинах 2–5 км при температурах от 50–60 до 130–170°C в случае существенной роли сапропелевого ОВ в составе захороненной органики; в случае существенной роли гумусового ОВ в этой зоне генерируется жирный газ (метан+его гомологи) с конденсатом;

3) Нижняя зона метанообразования, развитая на глубинах более 4–5 км при температурах 170–200°C и более, которая позволяет считать ее высокотемпературной. Такие закономерности необходимо учитывать в процессе проведения поисковых работ на УВ.

### **Факторы контроля и типы нефтегазонакопления в литосфере**

Организация поисково-разведочных работ, подсчет запасов нефти и газа, схемы районирования нефтегазоносных площадей должны базироваться на знании геологических факторов их контроля, размещения и сохранения в литосфере. Принято выделять как основные – структурные, литологические и стратиграфические условия, которые достаточно разнообразны и детально изучены. Именно они формируют различного рода нефтегазоносные региональные площади – провинции, области, районы. А также места отдельного или локального их скопления – месторождения и залежи. Непременным условием формирования залежей углеводородов является существование пород-коллекторов и разделяющих (перекрывающих) их покровов. Попробуем кратко охарактеризовать их.

**Структурные** факторы предполагают наличие благоприятных структур для нефтегазовых скоплений. Среди главных таких структур на платформенных площадях нужно назвать плиты (области платформ, в пределах которых складчатый фундамент погружен на большие глубины), мегасинеклизы и синеклизы, внутриплатформенные впадины, различного рода прогибы, краевые мегасинеклизы (области перикратонных опусканий, прилежащие к складчатым областям; их примеры – Прикаспийская и Примексиканская). В пределах складчатых сооружений могут выделяться межгорные впадины, а на границе таких областей с платформами – краевые (предгорные, передовые) прогибы. Все такие депрессии можно

рассматривать как структуры первого порядка, наиболее крупные из них.

Геоструктурами второго порядка принято считать системы мегавалов и кряжи, авлакогены и рифты, сводовые поднятия и внутриплатформенные впадины, склоны платформ (региональные моноклинали). Примерами таких структур могут быть составные части Западно-Сибирской плиты, Днепровский грабен ДДВ и др. Структурами третьего порядка являются зоны поднятий изометричной формы на платформах, валы, блоковые и горстообразные поднятия, грабенообразные прогибы (горсты и грабены), зоны региональных разломов, рифовых массивов, солянокупольных структур и структурные ступени. Среди примеров подобных структур можно назвать Северный и Южный борт ДДВ, Машевско-Шебелинский и Талалаевско-Рыбальский районы впадины, Припятский грабен и др.

Структурные элементы четвертого порядка наиболее многообразны. К ним обычно приурочены отдельные залежи или месторождения. На платформах это антиклинали и купола простого и сложного строения, солянокупольные структуры, рифовые массивы, антиклинали, осложненные локальными выступами кристаллических пород, структурные носы и флексуры, моноклинали, осложненные разрывными нарушениями. В складчатых сооружениях и краевых прогибах такими структурами можно считать отдельные антиклинали и брахиантиклинали, поднадвиговые зоны, рифовые массивы. Естественно, что такая схема деления должна считаться условной. И представления о них должны сопровождаться иллюстрацией соответствующих структур, которые будут просматриваться на практических занятиях. Или выявляться в процессе составления рефератов.

Литологические факторы нефтегазового контроля предполагают, прежде всего, выделение в осадочном разрезе пород, толщ или каких-то их комплексов, которые могут быть отнесены к коллекторам, а также покрышкам, своеобразным нефтегазоупорам. Учитывая фациальную изменчивость разреза, изменение коллекторских свойств пород с глубиной или в зависимости от степени их преобразованности, изучать такие элементы нефтегазонакопления достаточно сложно. Можно говорить о региональных нефтегазоупорах, каковыми могут быть толщи соленосных пород, глинистые или флишевые образования, писчий мел и многие другие. Одни и те же породы, например известняки, в условиях разной степени трещиноватости могут иметь совершенно разные коллекторские

свойства. В ряде случаев это позволяет говорить о зонах нефтегазонакопления литологического типа.

Наряду с региональной выдержанностью литологического состава и свойств на больших площадях, можно фиксировать различные изменения коллекторских свойств уже в пределах одних поднятий, в сводах и на склонах антиклиналей. Или случаи наличия внедрившихся магматических тел и сопровождающие его процессы метаморфизма, который резко меняет коллекторские свойства. То же относится к одному и тому же нефтегазоносному горизонту, коллекторские свойства и продуктивность которого будут резко различаться на разных глубинах его размещения. Все это требует детального изучения литологического разреза нефтегазоносных площадей.

Стратиграфические элементы или факторы контроля предполагают несогласное перекрытие отдельных литолого-стратиграфических комплексов более молодыми и с разными коллекторскими свойствами, а также случаи выклинивания важных для нефтегазонакопления толщ или отдельных пластов. Частным случаем такого нарушения литолого-стратиграфической последовательности может быть формирование вулканогенных образований, а также приключение осадочных толщ к поднятиям или породам фундамента. Таким образом, в ряде мест с неструктурными элементами разрезов могут быть связаны случаи скопления нефти и газа или выклинивание их. Говоря о стратиграфических факторах, нужно учитывать, что в отдельные периоды геологической истории на обширных площадях континентов могли существовать аридные условия, неблагоприятные для накопления органики и, следовательно, нефтегазонакопления.

### **Нефтегазогеологическое районирование**

Такое районирование предполагает расчленение изучаемой территории на отдельные части по степени сходства и различия геологотектонического строения, состава слагающих их формаций, а также особенностей нефтегазоносности. В геологии для такого деления утвердилось обособление нефтегазоносных провинций, областей и районов (И.М. Губкин, 1934; Теор. основы, 1987 и др.). Поскольку масштабы такого районирования могут быть различными, для более детальных делений предусмотрено выделение также зон нефтегазонакопления, отдельных месторождений и залежей. Обычно основу для выполнения таких работ составляют тектонические и структурногеологические карты, совмещенные

с литолого-формационными данными. Необходимо подчеркнуть, что районирование какой-то площади должно рассматриваться как основа для соответствующего прогнозирования, выявления закономерностей размещения скоплений УВ и выбора наиболее эффективных направлений поисковоразведочных работ.

При нефтегазогеологическом районировании выделяются следующие основные таксоны (подразделения). Нефтегазоносная провинция (НГП) — это совокупность крупных геоструктурных элементов, характеризующихся общностью истории развития и стратиграфического диапозона региональной нефтегазоносности. Среди них обособляют НГП платформ, приуроченные к их плитным частям, и НГП складчатых областей, приуроченные к предгорным прогибам, межгорным впадинам и срединным массивам. Первые различаются по возрасту фундамента и осадочного чехла (Волго-Уральская провинция с докембрийским фундаментом и фанерозойским чехлом, продуктивным девонем, карбоном, пермью; Западно-Сибирская провинция с гетерогенным фундаментом и мезо-кайнозойским плитным чехлом, наиболее продуктивны юра и мел). Вторые НГП различаются возрастом складчатости (Закавказская провинция, представленная межгорным прогибом альпийской складчатой области с продуктивными мелом, палеогеном, неогеном).

Нефтегазоносная область — представляет собой крупный целостный геотектонический элемент, характеризующийся общностью геологического строения и условий нефтегазообразования и нефтегазонакопления. В пределах Украины ее классическим примером может быть Днепровско-Донецкая НГО, приуроченная к впадине. Соответственно нефтегазоносным районом является часть такой области, объединяющая ассоциацию зон нефтегазонакопления, выделяемую по геоструктурному признаку. Зоной нефтегазонакопления называют ассоциацию смежных и сходных по геологическому строению месторождений УВ, приуроченных к единой группе генетически связанных ловушек. Представления о более дробных единицах и объектах районирования (залежи, месторождения и др.) уже формулировались ранее.

Основными единицами нефтегазогеологического расчленения разреза являются: Нефтегазоносная формация — это естественно-историческая литологическая ассоциация горных пород, связанная общностью условий нефтегазообразования и нефтегазонакопления (каменноугольная формация Днепровско-Донецкой НГО). Она понимается как природная ассоциация горных пород, генети-

чески и пространственно связанных между собой, которые благоприятны для нефтеобразования и нефтегазонакопления. Более дробными естественными скоплениями являются региональный и зональный нефтегазоносные комплексы. Одним из примеров таких образований могут быть нефтегазоносные юрские отложения Западно-Сибирской плиты, среднепалеозойские терригенные отложения Преаппалачской впадины и др. Нефтегазоносный комплекс — это литолого-стратиграфический комплекс пород, характеризующийся нефтегазоносностью в пределах обширных территорий; его примеры — нижнепермско-верхнекаменноугольный, верхневизейско-серпуховский в ДДВ. Продуктивный горизонт (ПГ) представляет собой один или несколько смежных пластов-коллекторов с едиными условиями формирования и строения залежей (ПГ от С-2 до С-9 и от В-7 до В-23 в верхневизейско-серпуховском нефтегазоносном комплексе).

Примеры нефтегазоносных провинций или областей будут кратко охарактеризованы в последующих разделах, на примере мирового их размещения или в Украине. Следует подчеркнуть, что рассмотрение условий и системы скопления углеводородов, понимание его закономерностей является теоретической основой для прогнозирования нефтяных и газовых скоплений в недрах, выбора оптимального направления и проведения поисково-разведочных работ. Критериями такого прогноза должны быть палеотектонические, структурные, палеогеографические, литологические, формационные, геохимические, палеогидрогеологические, геотермические и гидрогеохимические критерии. Это большое и сложное направление работ и исследований, которое должно предшествовать поискам и разведке.

### **Методика поисков и разведки залежей нефти и газа**

Поисково-разведочные работы по выявлению скоплений нефти и газа представляют собой сложный и утвердившийся набор операций, который включает определенную их стадийность и последовательность, использование большого количества методов. Они определены ранее уже утвержденными Положениями и практикой исследований, включают ряд стадий. Их принято разделять на региональные, поисковые и разведочные этапы, которые частично могут совмещаться. В составе таких работ обычно предусмотрена структурно-геологическая съемка, геофизические работы, бурение, специальные исследования. Упомянем о главных из них.



Региональный этап поисково-разведочных работ включает две основные стадии:

1) прогнозирование нефтегазоносности, которое завершается качественной и количественной оценкой перспектив крупных территорий и выявлением первоочередных зон для следующей стадии работ;

2) оценка зон нефтегазонакопления, в результате чего должны быть выявлены наиболее перспективные районы для постановки поисковых работ.

Допускается совмещение во времени этих стадий.

В хорошо изученных регионах работы этапа проводятся в небольшом объеме и направлены на изучение перспектив нефтегазоносности больших глубин, на выявление зон нефтегазонакопления неантиклинального типа, решение других вопросов.

Поисковый этап имеет своей целью открытие месторождения нефти и газа или новых залежей в неизученной или малоизученной части разреза уже известного месторождения. Он включает две стадии:

1) выявление и подготовка объектов к поисковому бурению, конечной целью которых является определение местоположения поисковых скважин;

2) стадия поисков, целью которой является открытие месторождений и залежей, осуществляемое путем бурения поисковых скважин.

Разведочный этап нацелен на прослеживание уже открытых залежей по площади, их оконтуривание с целью определения размеров месторождения, количеством и качеством нефти и газа, изучение состава и параметров пород коллекторов. Основная задача разведочного этапа заключается в получении данных для подсчета запасов УВ и проектирования разработки.

Структурно-геологические работы в условиях достаточно высокой геологической изученности могут быть иногда опущены. А геофизические методы исследований применяют на всех стадиях поисково-разведочных работ на нефть и газ. Мы об этом уже говорили. Общей задачей их является глубинное изучение определенных площадей с выяснением особенностей и детализации их строения. К методам полевой геофизической разведки относятся гравиразведка, магниторазведка, электроразведка и сейсморазведка. Наиболее широко используются сейсмические методы.

На этапах региональных и поисковых работ используют высокопроизводительную площадную аэромагнитную и гравиметрическую съемки, электроразведку методами теллурических токов (ТТ), МТП,

МТЗ, ВЭЗ становления поля и сейсморазведки по профилям методами глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), КМПВ. Региональные геофизические профили должны привязываться к опорным и параметрическим скважинам. К новым высокоэффективным модификациям сейсморазведки относятся: высокоразрешающая сейсморазведка, многоволновая сейсморазведка, объемная (трехмерная) сейсморазведка (ЗД). Прямые геофизические методы направлены на выявление аномалий типа залежь (АТЗ).

Бурение является обязательным составным элементом проводимых поисково-разведочных работ. Это наиболее трудоемкий и дорогостоящий способ изучения недр. Оно включает бурение опорных скважин (изучение геологического строения и оценка перспектив малоизученных площадей), параметрических (используются для изучения глубинного геологического строения, сравнительной оценки перспектив нефтегазоносности возможных зон нефтегазонакопления и выявление наиболее перспективных районов для детальных работ) и структурных скважин, которые проходятся на стадии подготовки площадей к поисковому бурению. Затем осуществляется проходка поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин. Последние выполняют на завершающих стадиях разведки месторождения, когда предусмотрено использовать их для подсчета запасов и разработки залежей нефти или газа. Существуют также специальные скважины (для сброса промысловых вод, для подготовки структур с целью создания подземных газохранилищ, для ликвидации открытых фонтанов, водяные скважины).

Буровая скважина является не только документом, определяющим возможную нефтегазоносность, основой для подсчета запасов углеводородов, но и способом добычи нефти и газа. Их разрезы используются для распознавания и корреляции залегающих в недрах отложений, для определения физических параметров пород и содержащихся в них флюидов. Главной целью разведочного бурения является оконтуривание залежей, а также определение глубины залегания и мощности нефтегазоносных пластов. Это очень сложный процесс, который выполняют соответствующие специалисты. Мы сейчас должны различать два основных их типа — колонковое бурение, сопровождаемое отбором керна, и роторное, при котором разбуриваемые породы разрушаются и на поверхность выносятся раздробленный материал (шлам).

Бурение сопровождается ведением бурового журнала, составлением разрезов, отбором керна (если это предусмотрено), проведением геофизических исследований скважин (ГИС). Выполнение

последних является обязательным во всех пробуренных скважинах. Для корреляция разрезов буровых скважин используется ряд своих методов, среди которых выделяют палеонтологические, стратиграфические, литологические (по характеру разреза, наличию опорных горизонтов), геофизические.

В нефтегазопромысловой отрасли используется много методов ГИС, но основными среди них являются электрометрические и радиоактивные методы. Электрический каротаж основан на изучении кажущегося сопротивления пород и потенциала природного электрического поля вдоль ствола скважины. Песчаники, пески, алевролиты и аналогичные им обломочные породы в зависимости от удельного сопротивления жидкости, находящейся в порах, характеризуются разным кажущимся сопротивлением, но всегда большим, чем сопротивление глинистых пород. Карбонатные породы характеризуются более высокими сопротивлениями, чем осадочные терригенные. Породы, насыщенные нефтью или газом, также характеризуются высокими сопротивлениями, так как УВ являются диэлектриками. Электрический каротаж проводят только в необсаженных металлической колонной скважинах. По данным электрокаротажа определяют пористость и газонефтенасыщенного коллектора.

Среди радиоактивных методов каротажа наиболее распространенным является гамма-каротаж (ГК) и нейтронный гамма-каротаж (НГК). ГК измеряет естественное гамма-излучение пород. Оно характеризуется достаточно высокой проникающей способностью и может быть зарегистрировано как в необсаженных, так и обсаженных металлическими колоннами скважинах. По степени радиоактивности выделяют следующие группы пород:

1) очень высокой радиоактивности, в числе которых бентонит, вулканический пепел;

2) высокой (глубоководные глины, калийные соли);

3) средней (мелководные глины, мергели, песчаные глины);

4) низкой степени радиоактивности (гипс, каменная соль, уголь).

Нейтронный гамма-каротаж основан на измерении гамма-излучения, возникающего в результате облучения горной породы потоком быстрых нейтронов. Интенсивность вызванного гамма-излучения зависит от замедляющих и поглощающих свойств исследуемой среды. Замедление нейтронов происходит в результате столкновения с ядрами водорода. Замедленный нейтрон движется, пока не будет захвачен ядром атома. Нейтроны могут захватываться ядрами всех элементов, кроме гелия (He). Низкие сечения захвата тепловых нейтронов имеют кислород и углерод. Аномально высокие сечения

захвата у таких элементов, как торий, кадмий, бор, хлор и некоторых других. Акт захвата теплового нейтрона сопровождается испусканием гамма-квантов, которые образуют так называемое гамма-излучение радиационного захвата. Часть этих гамма-квантов фиксируется детектором в скважинном приборе НГК. По данным НГК определяется граница ВНК в однородных пластах, содержащих высокоминерализованную пластовую воду и нефть. Это связано с большим количеством хлора в пластовой воде. Показания НГК водонасыщенной части пласта-коллектора будут на 15–20 % больше, чем в нефтенасыщенной. В случае заполнения пласта слабоминерализованной водой разделение нефтеносной и водоносной части пласта затруднено. Кроме того методом НГК определяют контакт газ-нефть или газ-вода, пористость коллектора.

Сейсморазведка используется для решения следующих геологических вопросов:

а) сейсмогеологическое районирование территорий и выделение комплексов горных пород;

б) прослеживание и картирование геологических границ в осадочном чехле;

в) изучение рельефа поверхности кристаллического фундамента;

г) выявление и детальное исследование ловушек УВ;

д) выявление тектонических нарушений и др.

В сейсморазведке существует два основных метода: метод отраженных волн (МОВ) и метод преломленных волн (МПВ).

МОВ базируется на регистрации сейсмических волн, которые отбились от границ раздела пород с разными волновыми сопротивлениями. МОВ проводятся вдоль профилей, на которых через определенные расстояния располагаются пункты возбуждения сейсмических волн и регистрирующие приборы. Сейсмические волны возбуждаются взрывными зарядами, которые расположены на поверхности, в скважинах, в воде, или невзрывными источниками (вибрационными или импульсными). Отраженные сейсмические волны регистрируются сейсмоприемниками, которые преобразовывают колебания в электрические заряды, передаваемые по кабелю на сеймостанцию, где они после фильтрации записываются в виде сейсмограмм. Для решения поисково-разведочных задач в разных сейсмогеологических условиях разработан целый ряд модификаций МОВ: метод регулируемого направленного приема (МРНП), метод общей глубинной точки (МОГТ). МПВ базируется на регистрации и изучении волн, которые преломляются в земной коре в маломощных слоях, характеризующихся повышенной

скоростью распространения сейсмических волн и проходят в них значительную часть пути. МПВ применяются при изучении земной коры (изучение рельефа поверхности кристаллического фундамента, структуры осадочного разреза) на глубинах 10–20 км.

Среди других своеобразных поисковых методов необходимо назвать геохимические или гидрогеохимические исследования, основанные на прямом обнаружении мигрирующих УВ, гидрогеологические и гидрохимические методы поисков, когда изучается состав подземных вод и растворенных в них газов, с эволюцией и миграцией которых обычно связано образование подземных скоплений. Они включают радиоактивную и газовую съемки, а также люминесцентно-битуминологическую схему, основанную на том, что над залежами нефти увеличено содержание битумов в породе, проявлено свечение битумов в ультрафиолетовом свете. Ограниченное применение имеет изучение радиационного фона, который обычно над нефтяными и газовыми залежами является пониженным.

Геохимические методы разделяются на:

1) региональные исследования, в процессе которых изучается рассеянное ОВ, состав подземных вод и растворенных в них газов и ОВ; объемно-генетическим методом дается оценка нефтегазо-генерирующих возможностей региона;

2) поисковые геохимические методы, включающие газовую, газобиохимическую, битумно-люминесцентную съемки, газовый каротаж, газогидрохимические исследования; все они относятся к прямым геохимическим методам. В ряде случаев проводятся геотермические исследования, которые имеют целью выявить условия миграции углеводородов. Такие температурные наблюдения проводятся в скважинах в процессе опробования отдельных горизонтов или при каротажных работах.

В последнее время особо большую роль приобретают дистанционные методы исследований, включающие различные аэро- и космометоды. В числе первых ранее использовались аэрофотосъемка, непосредственные аэровизуальные наблюдения и инструментальная авиаразведка. Космические методы исследований позволяют выявлять большое разнообразие линейных, кольцевых и других структур, геологическая природа которых не всегда может быть однозначно расшифрована, но которые несут определенную информацию, зачастую важную для нефтегазовой геологии. Дистанционные исследования дают возможность устанавливать тепловые, гравитационные, магнитные и другие поля, которые сопровождают нефтегазовые скопления.

Таким образом, непосредственные поиски скоплений нефти и газа сводятся к выявлению локальных ловушек или предпосылок для их существования. Они, как уже отмечалось ранее, могут быть структурного или стратиграфического типа (при несогласном залегании), структурно-литологическими, палеоструктурными, литолого-стратиграфическими. В процессе проведения таких работ выявляются трансгрессивное (несогласное) перекрытие или прилегание пластов-коллекторов, различного рода поднятия и другие структурные признаки возможных мест скопления нефти и газа. В природе существуют ловушки, которые формировались под действием нескольких факторов. Выявление условий и ареалов размещения благоприятных для нефтегазонакопления структур является необходимой предпосылкой для проведения разведки.

Конечной целью разведочных работ является подготовка объекта (месторождения, залежи) к разработке, подсчету и дифференциации его запасов. Разведочный этап включает две основные стадии – количественная оценка месторождений или залежей углеводородов и подготовка их к разработке. Следует подчеркнуть, что сама разведка залежей и месторождений проводится лишь в том случае, если поисковым бурением доказаны промышленное значение и экономическая целесообразность их разработки. Одним из основных принципов проведения разведочных работ должно быть обеспечение максимальной их эффективности и с минимальной затратой материальных средств. Поэтому главными задачами этой стадии являются оконтуривание залежей и определение запасов по промышленным категориям с минимально необходимым количеством скважин.

Проводимые работы включают выбор основного принципа системы разведки (сверху вниз или снизу вверх), определение этажей разведки, а также принцип размещения скважин при разведке (треугольная, кольцевая, профильная системы). Вскрытие и опробование продуктивных пластов, что является наиболее важным и ответственным этапом в разведочном бурении, включает такие операции как гидроразрыв, торпедирование скважин, кислотную обработку их забоев и др. Эти работы проводятся специалистами бурового профиля, но с непременным учетом геологических условий того месторождения, что разведывается. В комплекс исследований разведочных скважин входит их опытная эксплуатация, необходимая для промышленной оценки изучаемого объекта. Гидродинамические исследования скважин на стадии промышленной разведки проводятся с целью определения начального пластового давления,

температуры, характера фильтрации флюида, коэффициента продуктивности, газового фактора и других параметров залежи.

Приведенная последовательность поисково-разведочных работ должна рассматриваться лишь как общая их схема, которая во многих конкретных случаях и условиях может существенно отличаться. Однако в любом случае она должна базироваться на материалах предыдущих этапов и стадий, которые включают:

1) Этап региональных исследований, в составе которого есть стадия прогноза нефтегазоносности и стадия оценки зон нефтегазо-накопления;

2) Этап поисков включает стадию выявления и подготовки объектов к поисковому бурению и стадию непосредственного поиска месторождения или залежи, когда изучаемым объектом становятся подготовленные ловушки;

3) Этап разведки включает стадию оценки месторождения или залежи, в течение которой подсчитываются запасы по категориям С, производится разделение залежей на промышленные и не-промышленные и выбор объектов и этажей разведки, и стадию подготовки месторождения-залежи к разработке, в течение которой производится оценка достоверности полученных геолого-промысловых значений, уточняется подсчет запасов и определяется коэффициент извлечения, а также производится доизучение зале-жи в процессе разработки.

Поисково-разведочные работы завершаются проведением подсче-та запасов нефти и газа. Методы этих работ достаточно разнообразны; мы должны получить лишь самые общие представления о них. В основе одного из методов объемно-статистического подсчета прогнозных запасов нефти лежит средняя продуктивность 1 куб. км осадочных отложений в тоннах извлекаемой нефти или ее первоначально под-считанных геологических запасов. Среди других методов принято различать объемный метод для нефти и объемно-генетический для нефти и газа. Попробуем уточнить их.

Методы подсчета запасов газа в зависимости от состояния газов в пласте в свободном виде (газоносные пласты, газовые шапки) или в растворе в нефти и воде, построены на принципах определения объемов или же растворимости газа в нефти при соответствующем среднем пластовом давлении. Среди обычно применяемых методов различают:

1) объемный (статистический) метод, основанный на определении объема газомещающей массы с учетом ее коллекторских свойств;

2) по падению давления (динамический), применяемый для пластов, в которых первоначальный объем пор, занятый газом, не меняет своей величины в процессе эксплуатации;

3) метод материальных балансов;

4) метод карт изобар. Выбор метода зависит в большей степени от режима залежи. При активном поступлении пластовых вод наиболее приемлем объемный метод.

Методы подсчета запасов нефти в зависимости от принципов, на которых они построены, подразделяются на

1) объемный метод и его вариант — объемно-статистический;

2) метод отдачи с 1 га или 1 га-метра;

3) объемно-генетический;

4) метод кривых эксплуатации или статистический;

5) метод материальных балансов;

6) метод карт изобар.

Три первых метода считаются объемными, а три вторых — динамическими. Объемным методом могут быть подсчитаны абсолютные начальные и промышленные (балансовые) запасы нефти; объемно статистическим, отдачи с 1 га, статистическим и карт изобар определяются только промышленные запасы, а методами материальных и объемно-генетическим балансов исчисляются абсолютные начальные запасы нефти.

Необходимо подчеркнуть, что приводимые здесь общие сведения о геофизических и буровых работах, о подсчете запасов УВ будут позднее дополнены специальными учебными курсами. А также более подробно рассматриваться в курсе «Нефтегазопромысловая геология». Здесь они приводились лишь в связи с попыткой увязать такую информацию с общегеологическими знаниями и данными.

## **Происхождение нефти и газа**

Нефть и углеводородные газы являются генетически родственными образованиями, сформировавшимися из общего исходного материала или из единых глубинных зон Земли. Знания об их происхождении имеют не только теоретическое, но также и прикладное значение, поскольку в ряде случаев определяют направления поисково-разведочных работ. Различные гипотезы происхождения УВ были предложены более сотни лет назад; сейчас общее количество их достигает нескольких десятков. Основным предметом таких споров являются представления об органическом (преобразование органики) или глубинном неорганическом происхождении нефти и газа.



Одну из первых гипотез органического происхождения углеводородов (нефти) высказал еще М.В. Ломоносов, предполагавший их образование за счет подземной перегонки угля и торфа. Позднее более предпочтительными стали взгляды о формировании их за счет преобразования асфальтово-смолистых (битумных) природных компонентов, сформировавшихся в морских бассейнах. Трансформация данного вещества осуществляется в условиях высоких температур и давлений глубинных зон Земли, а также в результате деятельности бактерий, катагенетических процессов. Среди ученых, активно развивавших такие представления, нужно назвать К. Энглера, В.И. Вернадского, И.М. Губкина, А.Д. Архангельского, А.А. Бакирова, Н.Б. Вассоевича, А. Леворсена, В. Линка, Б. Тиссо, А.А. Трофимука, И.В. Высоцкого и др.

В группе этих гипотез важное место занимали представления о миграции органического вещества — образовалось ли оно в данных породах или претерпело значительные перемещения; так появились понятия о нефтематеринских отложениях. Обсуждался также вопрос о том, мигрировали ли углеводороды самостоятельно или вместе с водой. В каждой из развиваемых гипотез приводились свои аргументы, но существовали обычно и уязвимые места.

Первая научная гипотеза неорганического происхождения нефти и газа была сформулирована Д.И. Менделеевым (1877); она получила название карбидной, так как предполагала образование углеводородов за счет реакции подземных вод с углеродом, имеющимся в карбидах металлов. Появились также представления о поступлении углеводородов из вулканических эманаций, первичном космическом образовании углеводородов и ряд других. Эту группу взглядов развивали А. Гумбольдт, М. Бертелло и др. Интересно, что глубинные неорганические гипотезы развиваются преимущественно отечественными геологами (П.А. Кудрявцев, 1951; П.Н. Кропоткин, 1955; В.Б. Порфирьев, 1961; В.А. Краюшкин, Г.Н. Доленко, А.И. Кравцов).

Основными аргументами в пользу неорганического происхождения нефти и газа считаются:

- 1) существование некоторого количества залежей углеводородов и значительного количества нефтегазопроявлений в кристаллических породах фундамента;
- 2) часто наблюдаемая связь или пространственная приуроченность месторождений к зонам глубинных разломов;
- 3) экспериментальные лабораторные исследования, в которых в условиях высоких температур и давлений синтезированы нефтеподобные углеводороды и углеводородные газы из неорганических соединений.

Вместе с тем, углеводороды, полученные таким путем, не обладают рядом свойств, присущих природным нефтям: они не содержат биомаркеров, не обладают оптической активностью и др. Критике концепции неорганического происхождения нефти и газа посвящена обширная литература; при этом сторонники органической теории не отрицают возможности синтеза углеводородов или какой-то ее части в природе неорганическим путем.

Генезис углеводородов предполагает развитие осадочно-миграционной теории происхождения нефти и газа, которая трактуется как современный вариант органической концепции. Основными аргументами в ее пользу являются:

1) приуроченность подавляющей части промышленных скоплений углеводородов к осадочным образованиям (99,9 %);

2) приуроченность наибольших ресурсов УВ к отложениям тех периодов и эпох, которые характеризуются максимальным расцветом жизни — мел, карбон и др.;

3) содержание в нефти биомаркеров, или микрофоссилий, то есть сложных органических соединений, характерных для живого вещества, но не образующихся при неорганическом синтезе УВ (фитан, пристан, стераны, порфирины);

4) оптическая активность нефти, связанная с наличием асимметричных молекул биогенного происхождения;

5) близкое сходство изотопного состава основных элементов нефти изотопному составу битумной части рассеянного в породах органического вещества и их отличие от изотопного состава неорганических компонентов.

Важнейшим положением теории осадочно-миграционного происхождения нефти и газа является понятие о нефтегазоматеринских (нефтегазогенерирующих) отложениях — свитах, комплексах, толщах. Таким термином называются осадочные образования различного литологического состава (глинистые, карбонатно-глинистые, кремнисто-глинистые) и пелитовой структуры, которые накопились в субаквальной среде с анаэробной геохимической обстановкой и условиями относительно устойчивого погружения участка земной коры, содержащие в повышенных концентрациях захороненное органическое вещество (0,5–5 % и более), способное генерировать и отдавать в коллекторы жидкие и газообразные УВ. Примером классических нефтегазоматеринских отложений могут быть майкопская свита (серия) Предкавказья, доманиковая свита Приуралья и др.

Факторами преобразования захороненного органического вещества (ОВ) являются деятельность бактерий (в зоне диагенеза),

возрастающая с погружением пластовая температура, каталитическая активность глинистых минералов, гидрогенизация ОВ. Гумусовое органическое вещество на всех стадиях постседиментационного преобразования (диагенез, протокатагенез, мезокатагенез, апокатагенез) генерирует в основном газообразные углеводороды. Сапропелевое ОВ на стадии диагенеза генерирует в основном газообразные углеводороды, а на стадии мезокатагенеза — жидкие (нефть).

Рассматривая условия происхождения нефти и газа, необходимо учитывать следующее. Это достаточно сложная смесь углеводородов, позволяющая утверждать, что одинаковой нефти нет. Вместе с тем, состав их сходен или близок — они состоят из 82–87 % углерода и 11–15 % водорода. Образования эти распространены в широком стратиграфическом диапазоне, практически в отложениях любого возраста. Подавляющая часть органического вещества и УВ встречается в осадочной оболочке Земли; некоторое количество соединений углерода и водорода продуцируется организмами уже в настоящее время. В нефти обнаружено много остатков животных и растительных организмов, спор, водорослей, грибов и др.

Вместе с тем, даже в условиях преобладающих представлений об органическом генезисе данных углеводородов, исключать какое-то количество их с неорганическим происхождением не следует. В пользу этого свидетельствуют их находки в кристаллических породах фундамента, фиксируемые глубинные поступления. В ряде случаев перетоки газа из зон низкопроницаемых и некондиционных коллекторов, которые наблюдаются на ряде месторождений (например, том же Шебелинском), иногда могут трактоваться как поступление части углеводородов неорганического происхождения. Нефтегазообразование представляет собой сложный непрекращающийся природный процесс в геологической истории стратисферы, расшифровка которого продолжается.

Практические занятия по теме данного раздела будут сводиться к знакомству со структурными и другими факторами нефтегазоаккумуляции, рассмотрению условий нефтегазогеологического районирования на примере отдельных регионов и по данным тектонических и структурно-геологических карт. А также попытке представить схему подсчета запасов нефти и газа.

**Вопросы:** Основные закономерности размещения УВ по площади и разрезу. Факторы контроля нефтегазоаккумуляции — структурные, литологические, стратиграфические. Нефтегазогеологическое районирование — провинции (НГП), области, зоны. Нефтегазоносные формации, комплексы, продуктивные горизонты. Методы поисков

*и разведки залежей нефти и газа, их этапы. Подсчет запасов нефти и газа. Геофизика, основные направления геофизических работ. Типы буровых скважин. Происхождение нефти и газа.*

## **4. РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ГЛОБАЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ УВ**

### **Нефтегазоносные провинции мира**

Схема нефтегазоносного районирования весьма сложна. Обычно такие построения сводятся к выделению провинций, областей и более дробных площадных подразделений, краткой их геологической характеристике, описанию общих условий размещения в них нефти и газа, строения наиболее известных или выразительных месторождений. Попробуем назвать лишь главные из них, сделав акцент на некоторых наиболее интересных или своеобразных структурах. Их рассмотрение здесь производится по материалам региональных исследований и обобщений; схемы районирования по данным разных исследователей могут существенно разниться (И.В. Высоцкий и др., 1990; Б.И. Маевский и др., 2002). Необходимо подчеркнуть, что такая информация нужна нам, кроме всего прочего, для более полного понимания — где могут быть востребованы специалисты нашего профиля.

В пределах Западной Европы принято обособлять нефтегазоносные провинции (НГП), тяготеющие к Средиземноморскому поясу, его Альпийско-Карпатской и Центрально-Европейской областям, Западно-Европейской платформе. В их составе выделяются Северо-Европейская, Западно-Европейская, Пиренейская, Предальпийская, Северокарпатская, Предкарпатско-Балканская, Мизийская, Апеннинская, Британская, Альпийско-Карпатская и Динарская НГП.

Особый интерес в последнее время привлекает Северо-Европейская, или Североморско-Германская НГП, являющаяся самой крупной в Западной Европе. Приурочена она к глубокой синеклизе на северо-западе Западно-Европейской эпипалеозойской платформы. Газовые залежи на юге провинции связаны с песчаниками нижней перми (ротлигендес), которые перекрыты соленосной толщей верхней перми (цехштейн). Нефтяные месторождения развиты в северной части Северного моря, где продуктивные горизонты имеются в известняках и песчаниках юры, мела, кайнозоя.

Провинция размещена в значительной своей части на площади Северного моря; осевая часть последнего разбита системой молодых грабенов субмеридионального направления (Центральный, Викинг и др.). Мощность осадочного чехла одноименной синеклизы достигает 10–12 км, а фундамент представляет собой мозаику разновозрастных блоков. В ее составе выделяется ряд нефтегазоносных областей и крупных месторождений (Гронинген, Слохтерен, Статфиорд, Брент, Леман и др.). Нужно подчеркнуть, что с юга эта провинция окаймляется системой среднепалеозойских рифтов, лежащих на продолжении прогиба Большого Донбасса. Общая схема нефтегазоносной провинции Северного моря приведена на рис. 9.

На площади Восточной Европы выделяются Карпатская, Прикаспийская, Предуральская, Предкавказская, Днепровско-Припятская, Причерноморско-Крымская, Волго-Уральская, Тимано-Печорская, Прибалтийская НГП, которые окаймляют Восточно-Европейскую платформу. О провинциях, располагающихся на территории Украины, мы будем говорить позднее. Сейчас нужно обратить особое внимание на Прикаспийскую НГП, расположенную на площади РФ и Казахстана. Она размещена в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, на участке сближения Средиземноморского и Урало-Монгольского складчатого поясов, частично захватывая северную окраину Каспийского моря.

Прикаспийская провинция начала осваиваться позже всех других, имеет сложное геологическое строение и пока еще мало или точнее не в полную меру изучена. Одноименная впадина или синеклиза выполнена мощными толщами осадочных образований с толщиной чехла до 23–25 км, с наиболее полным для платформы разрезом верхнего палеозоя, мезозоя, кайнозоя; в фундаменте ее размещаются грабенообразные структуры типа авлакогенов (Пачелмский и др.). Особенностью впадины является наличие мощных (до 4 км) соленосных толщ пермского возраста, образующих многочисленные соляные купола. Основные запасы УВ связаны с карбонатными подсолевыми отложениями перми и карбона.

Структурное положение Прикаспийской впадины своеобразно. Она расположена на участке сближения Урало-Монгольского пояса (с северо-запада размещается южное продолжение Уральской складчатой области, которая в этом месте резко поворачивает к востоку) и Кавказско-Копетдагского сегмента Средиземноморского пояса. К востоку от впадины со стороны Западно-Сибирской плиты сюда через Тургайские ворота тянется полоса раннемезозойских рифтов. К югу от впадины располагается система среднепалеозойских

рифтов, включающая прогиб Большого Донбасса, Донецко-Промысловскую складчатую зону, уходящую после Мангышлака в пределы Северного Памира. А также северная часть Каспийского моря, геологическая природа которого пока не имеет однозначной трактовки. Юго-восточным продолжением Прикаспийской впадины является Северо-Туранская плита.

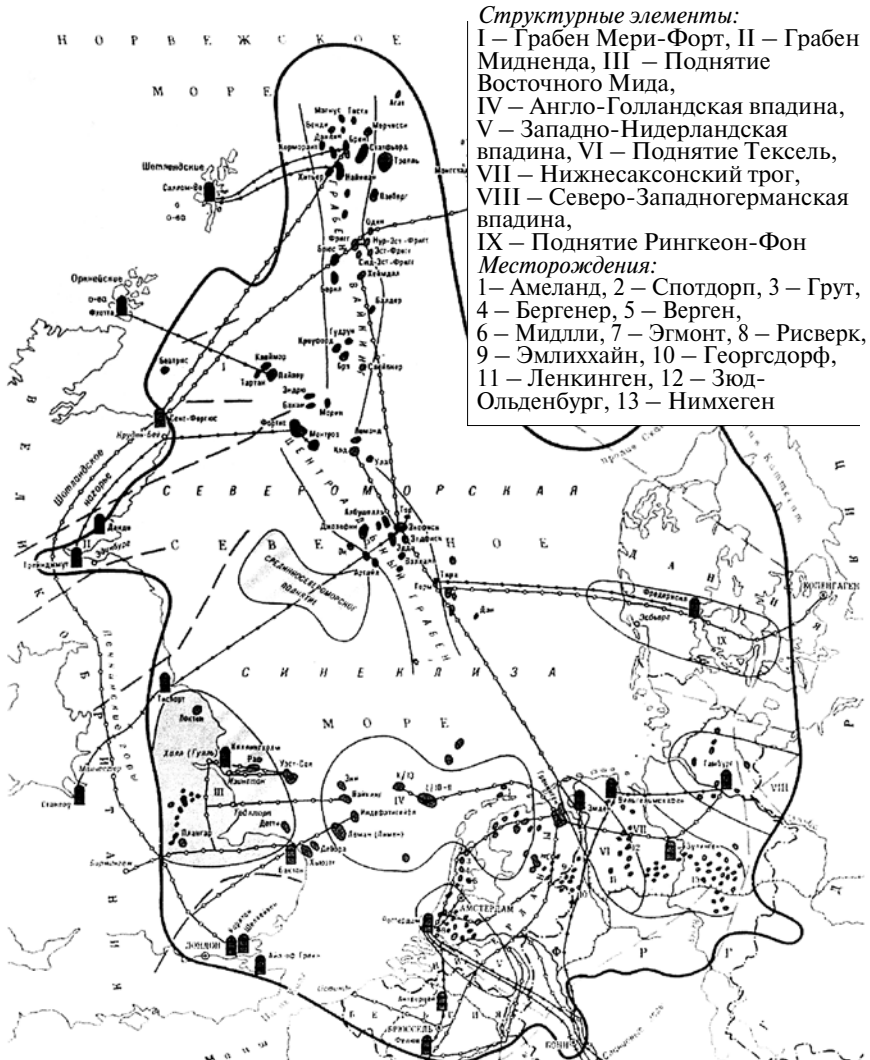


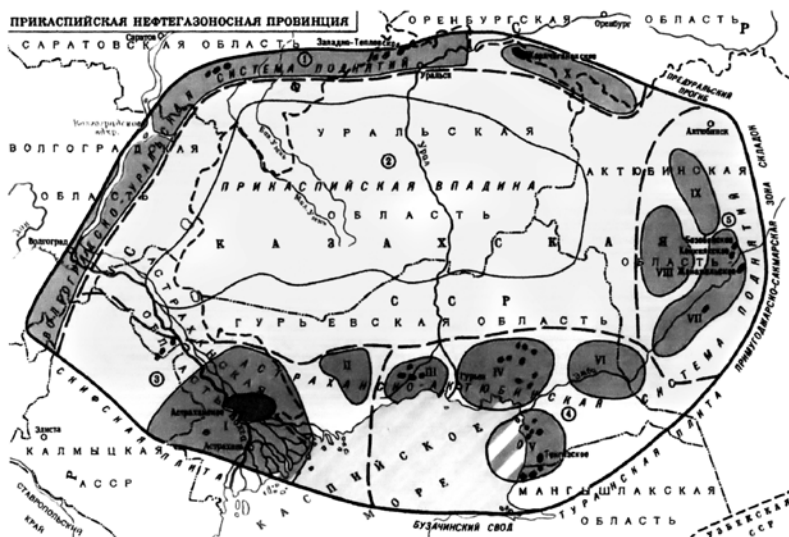
Рисунок 9. Нефтегазоносная провинция Северного моря

В настоящее время сложность дальнейшего геологического изучения данной впадины обусловлена тем, что она расположена на площадях разных стран – России, Азербайджана, Казахстана, Узбекистана, Туркменистана, Ирана. Некоторые исследователи относят эту структуру к числу наиболее перспективных провинций. Общий вид Прикаспийской НГП приведен на рис. 10.

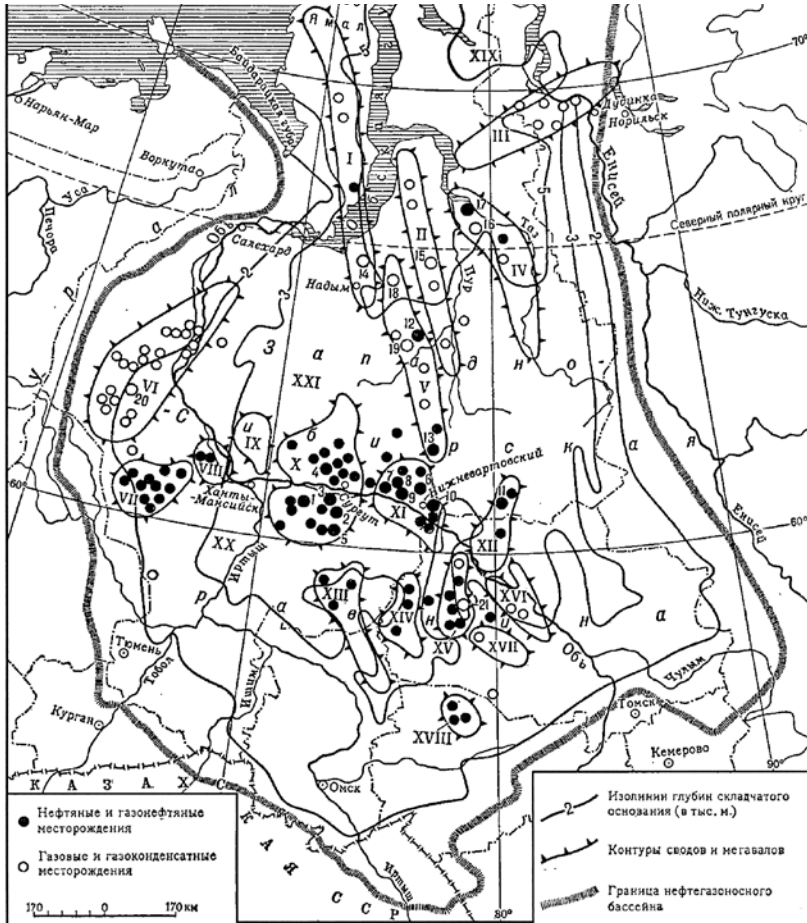
В качестве еще одного перспективного региона, расположенного на шельфе Баренцева и Печорского морей, нужно назвать Баренцево-морскую НГП. Она размещена на небольших морских глубинах (обычно до 100 м), на продолжении детально изученной Тимано-Печорской НГП. А также вблизи Западно-Сибирской провинции и акватории Карского моря, от которого ее отделяет остров Новая Земля. Россия уже строит планы по ее активному изучению и освоению.

Нефтегазоносные провинции Азии являются наиболее многочисленными и богатыми. В пределах северной части материка выделяются Западно-Сибирская и Восточно-Сибирская, Лено-Вилуйская и Енисейско-Хатангская НГП.

Наиболее крупной и важной среди них является Западно-Сибирская провинция, освоение которой начато лишь в послевоенное время. Это эпипалеозойская плита, осадочный чехол которой залегает на глубине от 2,6-4 на юге до 9-16 км на севере. Для фундамента характерно наличие раннемезозойских рифтов субмеридионального



**Рисунок 10. Прикаспийская нефтегазоносная провинция**



*Месторождения:* 1 — Правдинское, 2 — Мамонтовское, 3 — Усть-Балыкское, 4 — Быстринское, 5 — Южно-Балыкское, 6 — Самотлорское, 7 — Северо-Пакурское, 8 — Ватинское, 9 — Мегионское, 10 — Вартовско-Сосниское, 11 — Охтеурьевское, 12 — Губкинское, 13 — Варьеганское, 14 — Медвежье, 15 — Уренгойское, 16 — Заполярье, 17 — Тазовское, 18 — Юбилейное, 19 — Комсомольское, 20 — Пугинское, 21 — Мальджанское

*Малые плиты и микроплиты:* 1 — Медвежье-Ямальный, 2 — Уренгойский, 3 — Мессояхско-Рассохинский, 4 — Тазовский, 5 — Юбилейно-Варьеганский, 6 — Северо-Сосьвинский, 7 — Шаимский, 8 — Краснотенинский, 9 — Ляминский, 10 — Сургутский, 11 — Нижневартовский, 12 — Александровский, 13 — Верхнедземьянский, 14 — Каймысовский, 15 — Средневазюганский, 16 — Сенько-Сильгинский, 17 — Пудинский, 18 — Межовский

*Крупные впадины:* 19 — Усть-Енисейский, 20 — Ханты-Мансийский, 21 — Надымская

**Рисунок 11. Схема размещения основных нефтегазовых месторождений Западной Сибири**



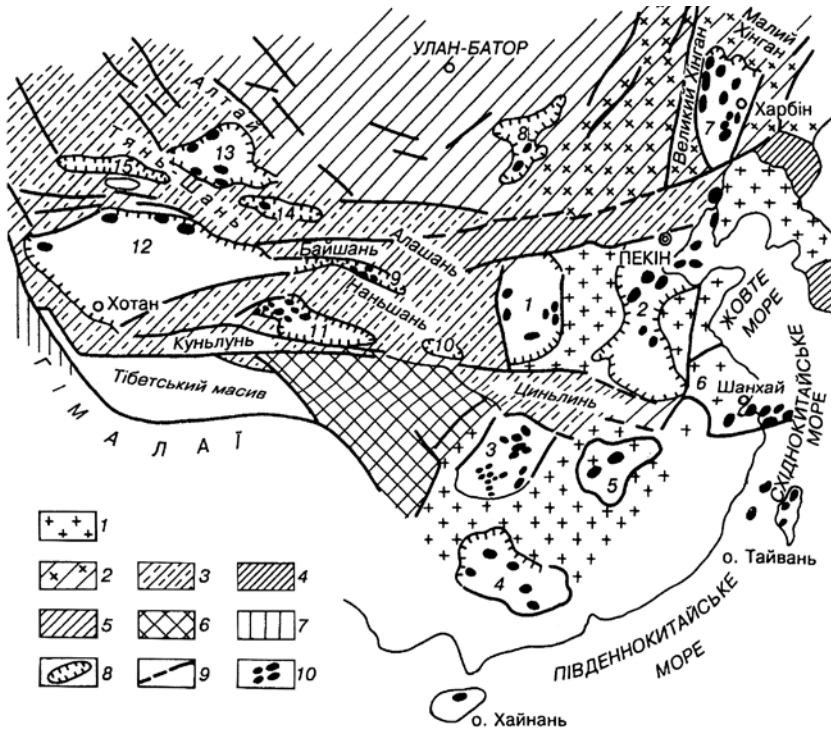
и северо-западного направлений. Стратиграфический разрез, представленный мезозоем-палеогеном, сравнительно прост. Здесь выявлен угленосный верхний триас, битуминозная баженовская свита и региональная глинистая покрывка (кузнецовская свита). В сочетании с многолетней мерзлотой, мешающей поступлению УВ на поверхность, такие условия делают провинцию одним из богатейших нефтегазоносных регионов.

В пределах провинции открыто около 350 нефтяных (преимущественно в центральной части) и нефтегазовых месторождений. Здесь выявлено почти 1900 локальных поднятий и более 700 залежей, приуроченных преимущественно к юрским и меловым песчаникам. Большинство залежей пластовые сводовые, покрывки глинистые. Провинция разделяется на 10 нефтегазоносных областей. Крупнейшим нефтегазоконденсатным месторождением провинции является Уренгойское, нефтяными — Самотлорское, Усть-Балыкское и др. На северо-западном продолжении Западно-Сибирской НГП располагается провинция на шельфе Баренцева моря, освоение которой планируется в ближайшее время и которая также рассматривается в числе крупнейших и перспективных регионов.

Восточная Азия включает Охотскую и Японскую НГП, а Центральная Азия — Западнокитайскую, Центральнокитайскую, Восточнокитайскую, Юго-Восточнокитайскую и Гобийскую провинции. На Юго-Востоке Азии принято выделение Индо-Гангской, Индийской, Аракан-Иомской, Индокитайской и Индонезийской НГП. Геологическое строение и структурная позиция всех этих провинций резко отличаются друг от друга; они пока еще очень слабо изучены и не образуют сколько-нибудь перспективные на нефть и газ площади. Все это ставит находящиеся на этих площадях страны в зависимость от данного сырья, необходимость закупки УВ за рубежом.

В числе крупнейшей провинции на востоке Азии можно считать Охотскую, или Охотоморскую, которая протягивается от Сахалина до Камчатки. Нефть в северной части Сахалина известна и разрабатывается уже со второй четверти XX ст. На Западной Камчатке промышленные притоки газа выявлены лишь с начала 1980-х. Сравнительно небольшие глубины северо-западной части Охотского моря, мощный осадочный чехол, наличие региональных разломов, протягивающихся сюда из Сихотэ-Алиня, Верхояно-Чукотской и Монголо-Охотской областей, позволяет высоко оценивать перспективы провинции, которую в ближайшие годы планируют детально изучать и осваивать.

Аналогичные выводы можно сделать и относительно юго-восточной части Азии, занятой главным образом площадями Китая. Наличие здесь системы впадин и синеклиз, тяготеющих к региональным разломам и рифтам, протягивающимся от Куньлунь-Циньляня и Большого Хингана, позволяет считать геологические условия мест их пересечения весьма благоприятными для формирования



Месторождения: 1 – Древняя Китайская платформа, 2 – эпиргерцинское Дунбейская платформа, 3 – эпиплатформенная орогенная область Центральной Азии, 4 – байкальские складчатые сооружения, 5 – области каледонской и герцинской складчатости, которые различной мерой переработаны мезозойскими движениями, 6 – мезозойские складчатые сооружения, 7 – альпийские складчатые сооружения, 8 – контуры отдельных мезо-кайнозойских синеклиз и впадин, 9 – основные разломы, 10 – месторождения нефти и газа

Синеклизы и впадины.

Китайская платформа: 1 – Ордосская, 2 – Нижнехуанхейская, 3 – Сычунская, 4 – Гуанси-Гуйчжоуская, 5 – Дунтинская, 6 – Цзянсузская  
Дунбейская платформа: 7 – Сунляо

Область герцинской складчатости: 8 – Восточногобийская  
Эпиплатформенная орогенная область Центральной Азии: 9 – Цзюцюанская, 10 – Нинхе, 11 – Цайданская, 12 – Таримская, 13 – Джунгарская, 14 – Турфанская, 15 – Илийская

Рисунок 12. Схема структур Центральной Азии

нефтегазовых скоплений. Здесь обособляются Ордосская, Сычуанская и другие депрессии с выявленными уже месторождениями нефти и газа, залегающими обычно в мезозойских и кайнозойских отложениях. Интересно, что Куньлунь-Цинлиньская система представляет собой юго-восточное окончание среднепалеозойской системы рифтов, протягивающейся сюда от прогиба Большого Донбасса. Общая схема структур Китая (Центральной Азии) приведена на рис. 12.

Нефтегазоносные провинции Юго-Западной Азии относятся как к числу площадей наиболее раннего освоения этого сырья (Закавказье, Западная Туркмения), так и наиболее богатых. Здесь принято выделять Аравийскую, Месопотамскую, Центральноиранскую, Средиземноморскую, Закавказскую, Южнокаспийскую, Туранскую и Тянь-Шань-Памирскую НГП. В геологическом отношении эта площадь расположена в зоне сочленения окраины Африканской (Аравийско-Африканской) платформы и южной части Средиземноморского складчатого пояса, который оконтуривает с юга Восточно-Европейскую платформу, Туранскую плиту, Каспийское море и складчатые сооружения Урало-Монгольского пояса.

Для данного региона характерно наличие молодых рифтов северо-западного направления (рифты Красного моря, Персидского залива), осложненных региональными разломами субмеридионального направления, которые иногда включают в состав Урало-Оманского линейamenta и считают продолжением западносибирских рифтов раннемезозойского возраста. А также молодых складчатых сооружений Средиземноморского пояса, которые активизируют палеозойско-мезозойские сооружения Тянь-Шаня, Памира.

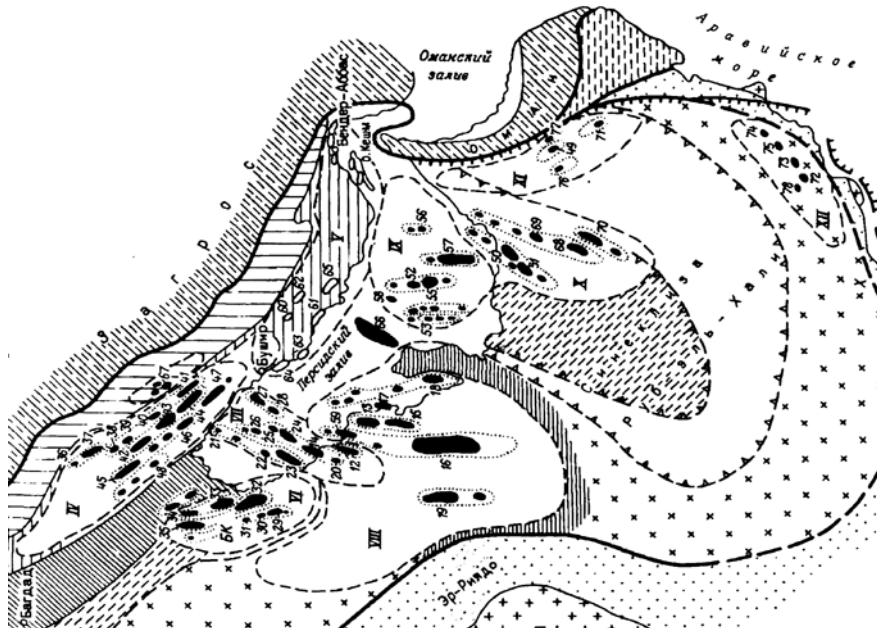
Особый интерес в этой части материка представляет Аравийская провинция, охватывающая территорию Саудовской Аравии, Катара, Бахрейна, Юго-Западного Ирака, Абу-Даби, Дибай и Омана. Первое месторождение нефти в пределах провинции открыто в 1932 г. на о-ве Бахрейн. Наиболее крупные открытия нефтяных и газонефтяных месторождений состоялись в середине или второй половине XX ст.: Гхавар (1948), Манифа, Хурсения, Абу-Сафа, Сафания, Бурган, Румейла, Зубайр, Мурбан, Ум-Шаиф-Нати. Это превращало регион в главнейшего нефтяного поставщика.

В тектоническом отношении провинция приурочена к Аравийской плите, которая характеризуется значительным расчленением кристаллического фундамента, резко выраженной блоковой тектоникой. Осадочный чехол сложен отложениями палеозоя (до 7 км) и мезо-кайнозоя (до 5,5 км). Продуктивными являются как карбонатные, так и терригенные породы (песчаники) преимущественно

мезозойского возраста. В этом регионе сосредоточено около 75 % мировых запасов нефти. Здесь открыто более 200 месторождений нефти и газа (13 газовых), в том числе 70 крупных и гигантских.

В составе провинции выделяются три области: Хаза (размещается вдоль Персидского залива), Басра-Кувейтская и Руб-эль-Хали (одноименная впадина на юго-востоке Аравийской платформы или плиты), частично расположенная в акватории, для которой характерна соляная тектоника, а также месторождения-гиганты (Катар, Абу-Даби, Мурбан-бу-Хаза и др.). Среди главных месторождений углеводородов – Гхавар, Хурайс, Хурсания, Манифа, Сафания, Румейла, Ага-Джари, Киркук. Общее представление о структуре данной провинции дает рис. 13. Площади Центральной или Средней Азии будут рассмотрены позднее.

Месопотамская нефтегазоносная провинция расположена на площадях Юго-Западного Ирана, Северо-Восточной Сирии Юго-Восточной Турции и Северного Ирака. В тектоническом отношении она представляет собой склон Месопотамского прогиба Загросской складчатой системы, который протягивается на расстояние около 2,5 тыс. км. В пределах прогиба широко распространены



**Рисунок 13. Нефтегазоносные бассейны Персидского залива и Аравийской плиты**

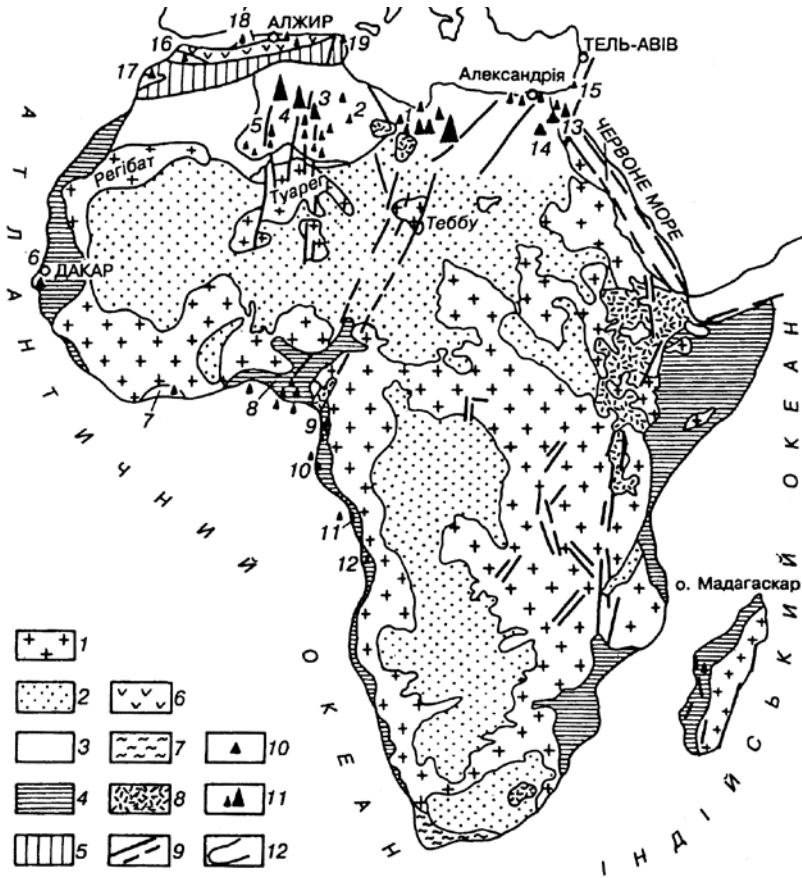
разрывные и складчатые нарушения, которым принадлежит важная роль в формировании структурных элементов. Для некоторых районов характерна солянокупольная тектоника; здесь известно более 200 соляных куполов. Продуктивные горизонты приурочены к отложениям мезозоя и кайнозоя.

Первое нефтяное месторождение промышленного значения на территории Ирака (Североиракская НГО) было открыто в 1923 г. в карбонатной толще калькур. В 1927–1930-е гг. здесь было открыто месторождение Киркур, которое оказалось одним из крупнейших в мире. По запасам и добыче нефти Месопотамская провинция занимает в Азии второе место после Аравийской провинции. Она разделяется на четыре нефтегазоносные области, в пределах которых открыты такие месторождения-гиганты с запасами более 200 млн т нефти, как Киркук в Ираке, Марун, Ага-Джари, Гач-Саран, Ахваз в Иране и др. Высокие коллекторские свойства продуктивных известняков обусловлены их интенсивной тектонической трещиноватостью.

В пределах Африки, еще до недавнего времени считавшейся континентом малоперспективным в нефтегазовом отношении, ситуация резко изменилась со второй половины XX ст., после открытия здесь месторождений нефти Хасси-Мессауд и газа Хасси-Р\*Мель (1956). Если в 1955 г. общая добыча нефти составляла здесь 2,2 млн т, 90 %, которой давал Египет, то в 2000 г. она достигла уже 350 млн т. В пределах материка выделяются Сахарская, Атласская, Западно- и Восточноафриканская НГП. В геологическом отношении основная часть материка занята Африканской платформой, ограниченной на северо-западной окраине горно-складчатыми сооружениями Атласа.

Для платформы характерен выход на больших площадях кристаллического фундамента, осложненного наложенными впадинами, которые иногда могут быть нефтегазоносными. Зачастую к таким впадинам приурочена система разломов или рифтов субмеридионального, юго-западного или другого направления. К местам пересечения таких рифтов с горноскладчатыми сооружениями Атласа приурочены наиболее крупные скопления нефти. Еще одной особенностью континента является широкое развитие молодых рифтов преимущественно субмеридионального направления (зона Великих Африканских разломов на востоке Африки и др.). Это наиболее возвышенная часть материка, где к таким рифтам приурочены озера, вулканические сооружения, но скопления УВ неизвестны.

В пределах Сахарской провинции, приуроченной к одноименной плите и являющейся богатейшим регионом Африки, выявлено



*Африканская платформа: 1 — кристаллические щиты и массивы, 2 — внутриплатформенные впадины преимущественно с континентальными отложениями, 3 — окраинные впадины, 4 — прибрежные впадины*  
*Горные сооружения Атласа: 5 — эпипалеозойская платформа и эпиплатформенная орогенная область Большого Атласа, 6 — Рифо-Тельская альпийская область Малого Атласа, 7 — герциниды Капид, 8 — молодые эффузивы, 9 — основные разломы, 10 — группы месторождений и отдельные месторождения нефти и газа, 11 — месторождения-гиганты и супергиганты, 12 — границы структурных элементов*  
*Нефтегазоносные провинции: Сахарская газоносная провинция (1 — Восточноливийская (Киренаитская), 2 — Западноливийская (Триполитанская), 3 — Восточноалжирская, 4 — Центральноалжирская, 5 — Западноалжирская); Западноафриканская нефтегазоносная провинция (6 — Сенегальская, 7 — Гано-Дагомейская, 8 — Нижненигерийская, 9 — Камерунская, 10 — Габонская, 11 — Нижнеконголезская, 12 — Анголо-Кванзийская); Восточноафриканская нефтегазоносная провинция (13 — Суэцкая, 14 — Каттарская, 15 — Синайская); Атласская нефтегазоносная провинция (16 — Южнорифская, 17 — Марракесская, 18 — Тельского Атласа, 19 — Тунисского Атласа)*

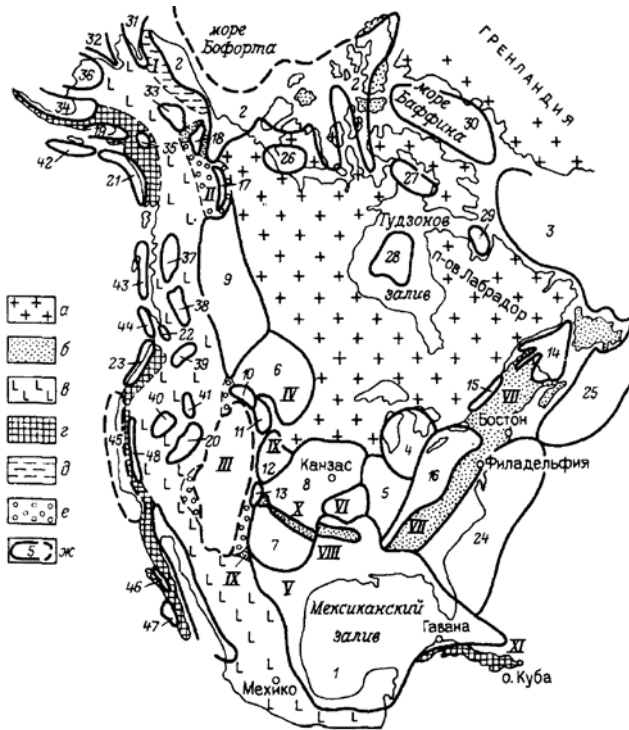
**Рисунок 14. Тектоника и нефтегазоносные площади Африки**

свыше 300 нефтегазовых месторождений (свыше 200 нефтяных). Суммарная мощность фанерозойского осадочного чехла составляет здесь около 15 км. К системе наложенных депрессий, осложненных разломами субмеридионального и северо-западного направления, здесь приурочен ряд НГБ: Таудени, Мали-Нигерийский, Вольта и др. Наиболее крупные открытия были сделаны в Алжире, Ливии и Нигерии, что превратило эти страны в важных экспортеров.

Своеобразной является Западно-Африканская НГП, которая приурочена к юго-западной окраине Африканской платформы, ее ступенчатому грабену на Атлантическом побережье. Первые нефтяные месторождения открыты здесь в 1950-х гг. Здесь выявлено более 100 нефтяных и газовых месторождений, часть которых размещается в акваториях. Среди них в Нигерии известно 70, Габоне 16, Анголе 10, Конго 6 месторождений. Открыты также крупные месторождения в шельфовой зоне Атлантического океана вблизи берегов Дагомеи, Сенегала, Камеруна, Анголы, Габона и др. районах. Все это позволяет рассматривать данный регион как весьма перспективную нефтегазоносную провинцию. Общее представление о тектонике и нефтегазоносных площадях дает рис. 14.

Нефтегазоносные площади Северной и Центральной Америки начали изучаться в числе первых. Расположены они преимущественно на площадях США, Канады, Мексики и включают Западноканадскую, Пермскую, Западную Внутреннюю, Примексиканскую, Аляскинскую и др. НГП. Очень показательной является история освоения этих ресурсов в США. В 1969 г. в стране было добыто 510 млн т нефти, а за предыдущее столетие — 12,5 млрд т. Вместе с тем, в 1989 г. здесь добыто лишь 409,6 млн т нефти и конденсата (разведанные запасы составляли тогда 4 млрд т), а в 2000 г. всего 317 млн т. И дело даже не в том, что природные запасы континента исчерпаны, а в определенной смене стратегии их использования, попытке сохранять свои ресурсы УВ. Или использовать для энергообеспечения другие источники.

Выходы нефти на Североамериканском континенте известны еще до открытия его Колумбом; тогда индейцы использовали нефть для лечения и освещения. В 1859 г. в Пенсильвании пробурена первая скважина и с глубины 21 м получен фонтан нефти. Сейчас на континенте открыто около 29 тыс. месторождений нефти и газа; потенциальные возможности его далеко еще не исчерпаны. Здесь за последние годы сделаны большие открытия в Примексиканской впадине (разведано 10,4 тыс. месторождений, в том числе 300 на морских площадях), в Канаде и, особенно, на территории Аляски (месторождения Прадхо-Бей, Кенай и др.).



**Складчатость:** а – докембрийская, б – палеозойская, в – мезозойская (невадийская и ларамийская), г – кайнозойская; **Область ларамийского эпиплатформенного орогенеза:** д – на герцинском основании, е – на докембрийском основании.

**Нефтегазоносные и потенциально нефтегазоносные бассейны.** НГБ: 1 – Мексиканского залива, 2 – Арктические (Северо-Аляскинский, Маккензи-Бофорта, Свердруп), 3 – Прилабрадорский, 4 – Мичиганский, 5 – Иллинойский, 6 – Уиллистонский, 7 – Пермский, 8 – Западный Внутренний, 9 – Западно-Канадский, 10 – Крейзи-Булл-Маунтинс, 11 – Паудер-Ривер, 12 – Денвера, 13 – Ратон, 14 – Восточно-Канадский, 15 – Долины р. Св. Лаврентия, 16 – Преаппалачский, 17 – Маккензи, 18 – Игл-Плейн, 19 – Кук-Инлет, 20 – Юта-Невадийский, 21 – Каталла-Якатага (Сент-Элиас), 22 – Фрейзер, 23 – Прибрежный Вашингтонско-Орегонский, 24 – Балтимор Блейк, 25 – Новошотландский, 45 – Калифорнийские, 48 – Грейт Валли.

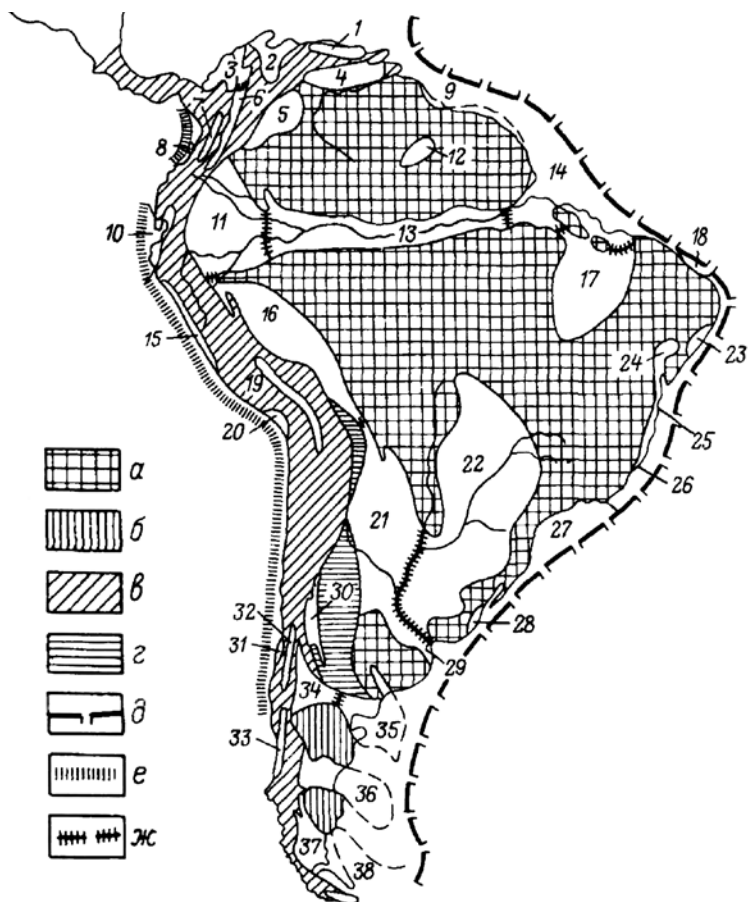
**ПНГБ, ВНГБ:** 26 – Волластон, 27 – Фокс, 28 – Гудзонова залива, 29 – Унгава, 30 – Баффина залива, 31 – Лонг, 32 – Нортон, 33 – Юккон-Плейн, 34 – Бристольский, 35 – Коопер-Ривер, 36 – Бетел (Юкон-Кускоквин), 37 – Скина, 38 – Куэснел, 39 – Колумбийское плато, 40 – Карсон-Дезерт, 41 – Снейк-Ривер, 42 – Кадык, 44 – островов Королевы Шарлотты, 44 – Хуан-де-Фука, 46 – Вискаино, 47 – Пурисима-Иррей.

**Структурные элементы.** Области эпиплатформенного орогенеза: I – хр. Брукса, II – горы Франклин и Маккензи, III – Восточные Скалистые горы. **Своды поднятия платформы:** IV – свод Блэк-Хилс, V – выступ Ллано, VI – антиклиза Озарк.

**Герцинская складчатость:** VII – Аппалачская, VIII – Уошито, IX – Маратон, X – авлакоген Уичито. XI – кайнозойская складчатость Больших Антиль

**Рисунок 15. Схема размещения НГБ Северной Америки**





Выходы на поверхность или неглубокое залегание фундамента: а – докембрийского возраста, б – каледонского возраста, в – Андийская Кордильера, г – эпиплатформенные орогены Пуна и Серра-Нампа, д – континентальный склон, е – глубоководный желоб, ж – межбассейновые валы

НГБ: 1 – Бонайре-Карьяко, 2 – Маракайбский, 3 – Нижнемагдаленский, 4 – Оринокский, 5 – Баринас-Апуре, 6 – Среднемагдаленский, 9 – Прибрежно-Гвианский, 10 – Гуаякильский, 11 – Верхнеамазонский, 13 – Среднеамазонский, 14 – Маражо-Баррейриньяс, 15 – Салавери-Писко, 16 – Укаяли-Маморе, 18 – Серра-Потигуар, 19 – Альтиллано-Пуно, 21 – Центральнопредандийский, 23 – Сержипи-Алагоас, 24 – Баия, 25 – Эспириту-Санту, 26 – Кампус, 27 – Сантус, 28 – Пелотас, 30 – Мендоса, 31 – Лебу-Арауко, 34 – Неукен, 36 – Сан-Хорхе, 37 – Магелланова пролива.

ПНГБ: 7 – Каука-патия, 8 – Аtrato, 12 – Такуту, 17 – Мараньяо, 20 – Макаэгуа, 22 – Парана, 29 – Рио-Саладо, 32 – Северной Продольной долины, 33 – Южной Продольной долины, 35 – Рио-Колорадо, 38 – Северо- и Южно-Мальвинский

Рисунок 16. Схема размещения НГБ Южной Америки

Геологическое строение Северной Америки детально изучено. Северную ее часть занимает Канадский щит, вдоль западной окраины расположены молодые горно-складчатые сооружения Кордильер, а на юго-востоке — среднепалеозойские складчатые сооружения Аппалачей. На границе этих сооружений со щитом размещается система депрессий, являющихся составными частями краевых прогибов, к которым приурочены следующие НГБ: Преаппалачский, Западно-Канадский, Уиллистонский, Иллинойский, Мичиганский. С юга складчатые сооружения «срезаются» авлакогеном Уачито-Уошито. Схема размещения нефтегазоносных бассейнов Северной Америке показана на рис. 15.

Кроме открытий в Примексиканской впадине, наибольшими скоплениями характеризуются также Западноканадская (перикратонный прогиб на склоне Канадского щита), Аляскинская и Пермская НГП. Последняя вместе с прогибом Уачито (Уошито, Вичита) окаймляют с северо-запада Примексиканскую провинцию; в их основании размещается структура типа авлакогена, которую Н.С. Шатский в свое время сравнивал с прогибом Большого Донбасса. Кстати, сходство это не только формальное, но и по сути: это среднепалеозойский рифт, продолжение которого можно видеть в Евразии, где он протягивается практически через весь материк.

Примексиканская впадина, называемая также впадиной Мексиканского залива, или Голф-Кост, представляет собой округлую чашу, диаметр которой до 1800 км, а глубина моря достигает более 4000 м. Впадина выполнена мощной толщей верхнеюрских, меловых и кайнозойских отложений, достигающих 12–16 км. Верхняя юра представлена красноцветами и эвапоритами (каменная соль, ангидриты, известняки); это обуславливает проявление здесь соляной тектоники. Центральная, глубокоководная часть Мексиканского залива изучена еще в недостаточной степени. Мощность осадочных отложений здесь уменьшается, а гранито-гнейсовый слой выклинивается. По особенностям своего строения и размещения данная впадина имеет отчетливое сходство с Прикаспийской впадиной.

Нефтегазоносные провинции Южной Америки приурочены к системе депрессий, тяготеющих к Предандийскому краевому прогибу. Здесь выделены Маракайбская, Оринокская, Венесуэльско-Тринидадская и Магдаленская НГП. Нефтепоисковые работы на континенте начаты в 1878 г.; выходы нефти известны здесь еще с XVII ст. В 1969 г. разведанные запасы на континенте составляли: нефти 3412 млн т и газа 1396 млрд куб. м, а добыча 187 млн т и 7,75 млрд куб. м соответственно. В 2000 г. запасы составляли 13,3 млрд т нефти и 6927 млрд куб. м газа.

В геологическом отношении Южная Америка представляет собой крупную платформу, включающую Центрально-Бразильский и Гвианский щиты, разделенные Амазонской синеклизой, которая на западе ограничена горно-складчатыми сооружениями Анд. Щиты окаймляются системой депрессий, к которым приурочены следующие основные НГБ: Парана, Мапаньяо, Средне- и Верхнеамазонский. Общая схема НГБ Южной Америки показана на рис. 16.

Основная часть УВ, а также величина добычи принадлежат Венесуэле (запасы 10,75 млрд. т нефти, 4157 млрд. куб. м газа). Расположенная на ее территории Маракайбская НГП приурочена к одноименной межгорной впадине. В геологическом отношении провинция представлена на юге системой узких прогибов и впадин субмеридионального направления, пересекающихся на севере с грабеном Венесуэльского залива. Общий вид НГБ Маракайбо показан на рис. 17. В разрезе НГБ выделено 330 продуктивных горизонтов, а в пределах провинции более 60 месторождений. Более 50 % всех запасов нефти и газа размещаются на глубинах 1–3 км.

а — кайнозойские горные сооружения, б — разломы, разрывы, в — схематические изогипсы кровли фундамента, км, г — ареалы зон и зоны нефтегазонакопления, д — границы бассейна, е — месторождения нефти

*Месторождения:* 1 — Амана, 2 — Мара, 3 — Нетик, 4 — Ла-Пас, 5 — Консепсьон, 6 — Татумоа, 7 — Боскан, 8 — Лос-Кларос, 9 — Макоа, 10 — Сан-Хосе, 11 — Рио-де-Оро, 12 — Тибу, 13 — Лос-Мануэлес, 14 — Западная Тарра, 15 — Тарра, 16 — Сардината, 17 — Ла-Петролия, 18 — Карбонера, 19 — Рио-Сулиа, 20 — Урданета, 21 — Сибукара, 22 — Ламар, 23 — Сентро, 24 — Сеута, 25 — Боливар, 26 — Лагунильяс, 27 — Бочакеро, 28 — Мене-Гранде, 29 — Мотатан, 30 — Баруя, 31 — Мене-де-Мароа, 32 — Медиа, 33 — Питандо, 34 — Лас-Пальмас, 35 — Тигуахе, 36 — Эль-Мамон, 37 — Кумаребо

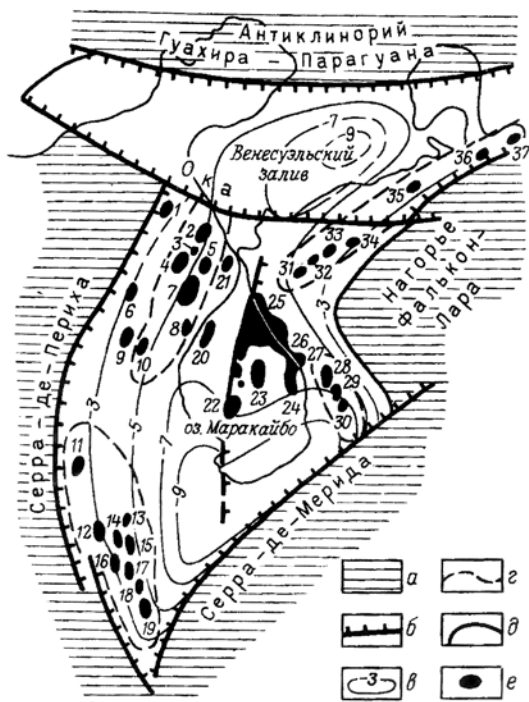


Рисунок 17. Нефтегазоносный бассейн Маракайбо

В Венесуэле располагается также крупнейший битуминозный пояс Ориноко с запасами битумов до 100 млрд. т в песчаниках мела, палеогена, неогена. В последнее время амбициозные проекты освоения УВ на своем шельфе разрабатывает Бразилия (см. рис. 15, НГБ Маражо-Баррейриньяс).

Австралия и Новая Зеландия преимущественно в последние годы стали одним из значительных нефтегазодобывных регионов мира. Хотя первые месторождения выявлены еще в 1920-х гг. (Лейкс-Энранс и др.). В 1970 г. запасы нефти составляли здесь 254 млн. т (добыча 8,5 млн т) и газа 357 млрд куб. м. А в 2000 г. они возросли до 473 млн т (добыча 42 млн т) и газа 1557 млрд куб. м. На площади континента вместе с прилежащими акваториями выделяются Западноавстралийская, Центральноавстралийская, Большого Артезианского Бассейна, Гипсленд, Карпентария-Папуа и Новозеландская НГП. Большинство их приурочено к платформенным депрессиям восточной части континента, в основании которых размещаются рифтовые структуры.

Таким образом, схема размещения мировых нефтегазоносных площадей достаточно сложна. Общей чертой важнейших НГП является приуроченность к крупным депрессиям, в основании которых размещаются трансматериковые рифты, что характерно для провинций Западносибирской, Северо-Европейской, Аравийской, Примексиканской (вместе с Уачито и др.), Прикаспийской. Важную роль в геологии большинства этих провинций играют соленосные толщи и солянокупольные структуры, а также наличие других региональных покровов (например, верхнеюрско-валанжинской и туронско-палеогеновой в Западной Сибири). Наконец, далеко не все они еще в достаточной степени изучены и оценены, что позволяет предполагать существенные изменения в дальнейших прогнозах. Такая информация должна быть дополнена специальной характеристикой нефтегазоносных акваторий (Северо-Китайский бассейн, Охотская НГП и др.), которые пока еще слабо изучены и не имеют хороших и достоверных обобщений.

### **Нефтегазоносность Украины**

Нефть на территории нынешней Украины начала добываться с 1771 г., а газ — с 1924 г. К настоящему времени извлечено более четверти их начальных ресурсов. Наиболее значительными темпами они начали осваиваться в послевоенные годы, когда были открыты большие по запасам месторождения на востоке и западе страны. Нынешняя часть используемой нефти и газа составляет более 40 % энергетического баланса страны. Вместе с тем, потребности

государства в этих энергоносителях удовлетворяются сейчас лишь частично. Дефицит их компенсируется за счет импорта, что резко сдерживает промышленно-экономическое развитие Украины. Все это позволяет считать исследования в данной области весьма актуальными.

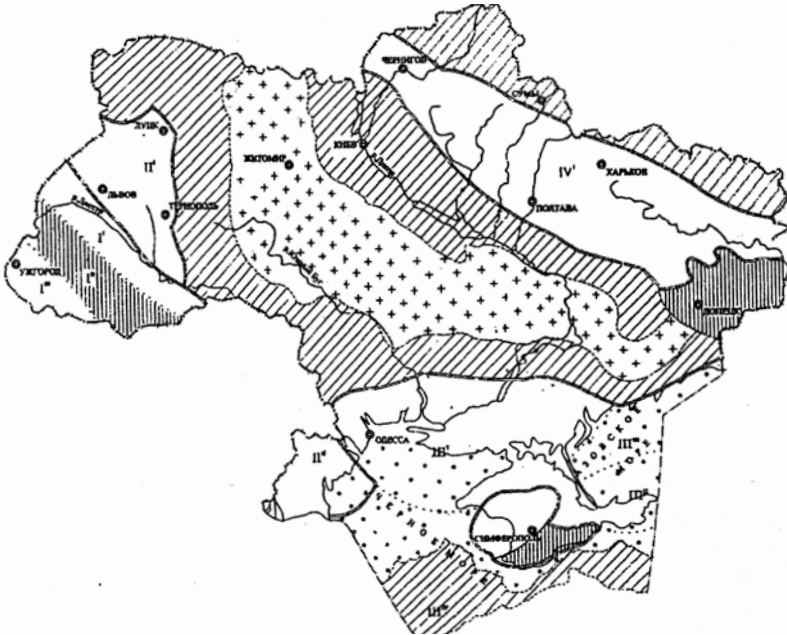
Материалы о нефтегазоносности Украины содержатся в огромном количестве публикаций. Среди последних нужно назвать 6-томный Атлас месторождений нефти и газа Украины (1998), более ранние выпуски подобных атласов (1974, 1984), обобщения Б.И. Маевского и др. (2002), а также исследования и обобщения по отдельным регионам страны, которые выполнялись Г.Н. Доленко, Н.И. Евдошук, В.А. Краюшкиным, В.С. Бойко, В.К. Гавришем, В.В. Глушко, Б.П. Кабышевым, А.Е. Лукиным, А.Н. Истоминым, А.В. Лизанцом, А.А. Лагутиным и др. В этих и других подобных работах содержатся справочные сведения об отдельных месторождениях и регионах, изучены закономерности размещения и вопросы прогнозирования скоплений нефти и газа, схемы районирования и оценки перспектив.

По состоянию на середину 1990-х годов в Украине выявлено 335 месторождений нефти и газа, которые сосредоточены в трех основных нефтегазоносных регионах: Западном, Восточном и Южном. Каждый из них характеризуется своими особенностями геологического строения, условиями и перспективами нефтегазоносности, структурой региона, историей его формирования. Общим для всех их является выгодное экономико-географическое размещение, развитая сеть шоссейных и железных дорог, близость к большим промышленным центрам и хорошее кадровое обеспечение. В пределах страны существует разветвленная система газо-, нефте- и конденсатопроводов, которые соединяют месторождения с промышленными и бытовыми потребителями. Ими Украина объединена со многими государствами Европы и западносибирскими месторождениями, что делает ее мощной распределяющей и транспортирующей территорией.

Из трех основных нефтегазоносных регионов самым молодым по времени открытия месторождений и наибольшим по объемам разведанных запасов и прогнозных ресурсов является Восточный. Он представлен, главным образом, Днепровско-Донецкой нефтегазоносной областью, которая является частью Припятско-Донецкой НГП. В тектоническом отношении область расположена в границах одноименной впадины, которая представляет собой составную часть сложной внутриплатформенной рифтовой системы, получившей название прогиба Большого Донбасса (Сарматского линеамента). Для данной области характерна большая мощность осадочного разреза (до 22 км в юго-восточной ее части), наличие девонских и пермских

соленосных отложений. Здесь известно 205 месторождений нефти и газа; осадочный разрез включает 99 продуктивных горизонтов. Среди скоплений углеводородов преобладает природный газ (74 %) и нефть (около 19 %). Общее представление о строении прогиба Большого Донбасса дает рис. 19.

Первые проявления в пределах области выявлены в предвоенные годы; они были продолжены после войны и открытие здесь Шебелинского (1950) и Радченковского месторождений резко активизировали поисково-разведочные работы. Уже в 1962 г. регион давал большую часть добываемой в Украине нефти, а с 1964 г. — и газа. Объемы глубокого бурения возрастали и достигли максимума в 1967 г.; именно с этого времени поисково-разведочные работы были переориентированы на глубины 3–5 км. В процессе изучения



*Провинции:* I — Карпатская, II — Балтийско-Преддобруджинская, III — Причерноморско-Северо-Кавказско-Мангышлакская, IV — Припятско-Донецкая  
*Области:* I' — Предкарпатская нефтегазоносная, I'' — Карпатская нефтегазоносная, I''' — Закарпатская газоносная, II' — Вольно-Подольская нефтегазоносная, II'' — Преддобруджинская нефтегазоносная, III' — Причерноморско-Крымская нефтегазоносная, III'' — Индоло-Кубанская нефтегазоносная, III''' — Азовско-Березанская газоносная, III'' — Черноморская перспективная, IV' — Днепровско-Донецкая нефтегазоносная. Штрихами на схеме показаны: шельф и континентальный склон, Украинский щит и его склоны, складчатые системы

**Рисунок 18. Нефтегазоносные площади Украины**

и разработки области были выявлены особенности строения впадины (несоответствие структурного плана палеозоя и мезозоя, характер краевых разломов рифта, выявление зон аномально-высоких давлений и др.); с 1970 г. начата промышленная оценка малоамплитудных поднятий, выявление ловушек неантиклинального типа. С конца 1980-х гг. приступили к освоению северного борта ДДВ. Районирование области предусматривает выделение полутора десятка нефтегазоносных районов, разных по степени изученности, особенностям геологического строения, значимости и перспективам. Среди них Машевско-Шебелинский, Талалаевско-Рыбальский, Глинско-Солоховский и др.

Высокая степень изученности Днепровско-Донецкой нефтегазоносной области, большой опыт проведения поисково-разведочных работ и другие данные позволяют положительно оценивать перспективы этой части региона. В числе дальнейших задач предусмотрены рекомендации по увеличению глубин бурения, изучение нефтегазоносности подсоляноштоковых зон, а также поднадвиговой зоны Донецкого складчатого сооружения (ДСС). Большой самостоятельной проблемой становится оценка промышленной газоносности угольного Донбасса. Ставится также вопрос об изучении углеводородных скоплений в породах фундамента. К 2001 г. выявлено 8 таких месторождений с промышленными притоками из кор выветривания, зон разуплотненных пород. Наиболее перспективным для области и Украины в целом принято считать освоение глубокозалегающих горизонтов центральной и юго-восточной части ДДВ (на глубинах 5–7 км), что обосновывается работами В.М. Бенько, А.В. Лизанца, А.А. Лагутина.

Западный нефтегазоносный регион включает Предкарпатье, Закарпатье, Восточные Карпаты и Волыно-Подолию. В структурно-геологическом отношении он отвечает краевому прогибу, складчатому сооружению, межгорной впадине и Волыно-Подольской плите. Регион состоит из двух принципиально различных по своему строению провинций: Балтийско-Преддобруджинской (обширная Балтийско-Приднестровская система прогибов), окаймляющая Восточно-Европейскую платформу, и украинскую часть Карпатской провинции. В его пределах принято обособлять Бориславско-Покутскую, преимущественно нефтеносную, отвечающую Внутренней зоне прогиба, и существенно газоносную Бильче-Волицкую зоны. Здесь насчитывается 85 месторождений нефти и газа.

Именно с этим регионом связывается начало промышленного освоения нефти и газа в Украине. В 1771 г. при углублении соляной

шахты возле Слободы Рунгурской (Ивано-Франковская область) с глубины 24 м была получена нефть. В 1850-1970 гг. в разработку были введены Бориславское, Сходницкое, Битков-Бабченское и другие месторождения. В 1909 г. добыча нефти достигла почти 2 млн т, что составляло 5% мировой; опережали ее только Россия и США. В предвоенные годы она снизилась и начала возрастать лишь после 1950 гг., после введения в эксплуатацию Долинского, Северо-Долинского и Битков-Бабченковского месторождений. Промышленные притоки природного газа были получены в 1912 г. (Калуш) и 1921 г. (Дашава), а с 1924 г. Дашавское месторождение введено в эксплуатацию. Возрастание объемов газодобычи в регионе связано с открытием в послевоенные годы Угерского, Бильче-Волицкого и Рудковского месторождений.

Перспективы поисков скоплений углеводородов в Западном регионе, несмотря на длительную историю его изучения и освоения, остаются и сейчас актуальными. На нынешней стадии исследований особую важность имеет расшифровка геодинамики формирования нефтегазоносных площадей и поиски структур, благоприятных для скопления и сохранения залежей. Особо большие перспективы связываются с выявлением поднадвиговых зон. В Карпатской НГП за два последних десятилетия XX ст. открыто 36 новых месторождений, из которых 23 газовых и 13 нефтяных; эти результаты получены, в основном, в Бильче-Волицком и Бориславско-Покутс-

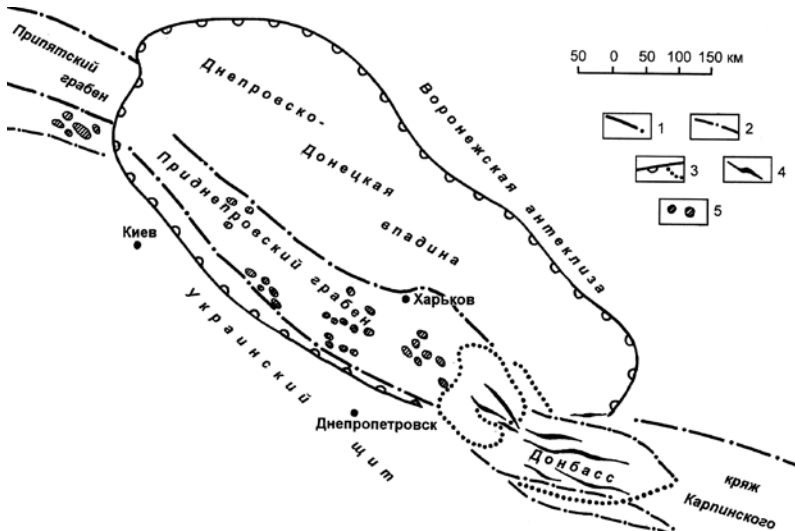


Рисунок 19. Схема строения прогиба Большого Донбасса



ком нефтегазоносных районах. Вместе с тем, высокоперспективной и пока еще недостаточно изученной остается Карпатская область. Все это позволяет рекомендовать проведение на площади региона сейсморазведочных работ, параметрического и поисково-разведочного бурения, целенаправленных структурно-геологических исследований.

Южный нефтегазоносный регион охватывает Западное и Северное Причерноморье, Северное Приазовье, Крымский п-ов, Черное и Азовское моря (в границах государственной зоны Украины). В структурно-геологическом отношении он отвечает Предбурджинскому прогибу, Причерноморской впадине, Скифской плите, западной окраине Индоло-Кубанского прогиба и северного склона глубоководной впадины Черного моря. В пределах региона принято выделять Причерноморско-Крымскую, Индоло-Кубанскую, Предбурджинскую, Азовско-Березанскую и Черноморскую перспективную области, которые входят в состав разных НГП и имеют в своем составе по 2–3 нефтегазоносных или перспективных района.

История освоения региона может предполагаться с глубокой древности (находки амфор с нефтью в могильниках Боспорского царства и др.). Первые неглубокие скважины в местах выхода нефти существенных результатов не дали; однако с 1864 г. на отдельных площадях были созданы небольшие нефтепромыслы, где производилась ее добыча. В предвоенные десятилетия добыча была возобновлена, но основные работы велись лишь на востоке Крыма. В послевоенные годы возрастают темпы работ и в поиски вовлекаются новые площади (Равнинный Крым, Северное Причерноморье). С начала 1970-х гг. на северо-западном шельфе Черного моря было подготовлено ряд структур, а в 1975 г. на поднятии Голицына получен первый фонтан нефти. В настоящее время на черноморском шельфе уже открыто восемь (в том числе четыре средних), а на азовском шесть газовых месторождений; функционирует морской газопровод.

Перспективы нефтегазоносности Южного региона связываются, в первую очередь, с изучением и освоением прилежащих акваторий Азовского и Черного морей. Малые глубины Азовского моря и незначительная глубина залегания нефтегазоносных комплексов (до 3000 и даже до 1000 м) делают этот район вполне доступным для дальнейшего освоения. На северо-западном шельфе Черного моря известно 276 структур, из которых 214 — перспективны. На Керченско-Таманском шельфе Черного моря, где глубины не превышают 100 м, сосредоточено примерно три четверти перспек-

тивных структур; глубины наибольшей локализации ресурсов определяются величинами в 1000–3000 м.

Вопросы разработки, транспортировки и рационального использования газа в Украине тесно связаны с формированием подземных его хранилищ (ПХГ). Газотранспортная система страны является одной из мощнейших в мире, как по протяженности, так и по объему транзита газа, которая включает 36,7 тыс. км газопроводов, 72 компрессорные станции, систему газораспределительных и газоизмерительных станций и подземных хранилищ. Она выполняет функции обеспечения природным газом внутренних потребителей, а также транзита российского газа (около 90 %) в 19 стран Центральной и Западной Европы. В настоящее время на площади Украины создано 13 ПХГ; их формирование начато с 1964 г. Они размещаются как в отработанных газовых и газоконденсатных месторождениях (11), так и в водоносных пластах локальных структур (2). При существующих объемах сохранения газа комплекс ПХГ обеспечивает 20–25 % годового и около 30 % суточного его потребления. По своим показателям комплекс занимает третье место в мире (после США и России).

Функционирование нефтегазового комплекса Украины от прогнозов, поисков и разведки и до добычи и переработки осуществляется собственными геологическими и инженерно-техническими кадрами. Их готовит Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, а также факультеты геологического профиля Киевского, Львовского, Харьковского и Одесского университетов, специализированные техникумы Полтавы, Киева, Дрогобыча. В последнее время к подготовке кадров по специальностям разработки и транспортировки нефти и газа подключились харьковские вузы технического профиля – НТУ «ХПИ», ХНУАС и др.

Теоретические вопросы геологии нефтегазовых месторождений разрабатываются и решаются в системе специализированных и академических научно-исследовательских институтов страны – Институте геологических наук НАНУ (Киев), Институте геологии и геохимии горючих ископаемых НАНУ (Львов), Институте геофизики НАНУ (Киев), УкрГГРИ (Чернигов), УкрНИИГазе (Харьков), Институте «Шельф» (Симферополь) и др. Вместе с вузами эти НИИ создали мощную и известную далеко за пределами страны украинскую нефтегазовую школу. У нас действует Украинская нефтегазовая академия (УНГА). Ведение специализированных буровых и других работ осуществляют буровое управление «Укрбургаз» (Красноград, Харьковская область), «Укргеофизика» (ГП) и др.

## **Геологическое строение и нефтегазоносность Туркменистана**

Учитывая большое количество среди наших студентов жителей этой страны, необходимо отдельно рассмотреть и данный регион. Тем более, что простой и доступной сводки по нему нет. Так же, как и нет более или менее однозначно принятой схемы его тектонического районирования. Говоря о его геологическом строении, нужно отметить размещение региона в зоне сближения или сочленения разнородных и разновозрастных тектонических структур. Частично на площади страны размещается зона сочленения Уральской и Южно-Тяньшаньской складчатых областей, относимых к герцинидам. С юга к этой части Урало-Монгольского пояса близко подходит Копетдагская складчатая область, входящая в состав Средиземноморского пояса. Возраст фундамента Южно-Туранской плиты разнородный на разных ее участках. Здесь обособляются герциниды Урала и Южного Тянь-Шаня, каледониды, протягивающиеся из Центрального Казахстана, и более древние массивы Восточно-Европейской платформы.

Основная часть Туркменистана размещена в пределах южной части Туранской плиты, которая в последнее время выделяется как самостоятельная Южно-Туранская плита. С запада плита ограничена Каспийским морем, с северо-запада сюда протягивается продолжение Восточно-Европейской платформы, а с северо-востока — каледониды Казахстанской складчатой системы. Вдоль северной окраины Туркменистана размещается продолжение прогиба Большого Донбасса, которое принято называть Донецко-Мангышлакским; его именуют иногда Сарматско-Туранским линеamentом. В пределах Южно-Туранской плиты обособляется система массивов: Карабогазский, Ассакеауданский и Центрально-Каракумский, разделенных системой небольших впадин. В южной части Туркменистана размещается северная окраина Копетдагской складчатой области, ограниченная с севера узким Предкопетдагским краевым прогибом.

Еще одной структурно-геологической особенностью рассматриваемого региона следует считать то, что он размещается на продолжении рифтов Западно-Сибирской плиты, имеющих субмеридиональное направление. Один из таких рифтов мы можем предполагать на площади Тургайского прогиба (долины), четко выраженного в рельефе. К востоку от Центрально-Каракумского свода проходит субмеридиональная зона разломов в фундаменте, являющаяся звеном трансконтинентального Урало-Оманского линеамента. Возраст таких рифтов точно установлен в пределах Западной Си-

бири, других регионах и определяется как раннемезозойский. Возможно, что это не единственный здесь рифт такого же возраста и направления. В частности, аналогичную структуру можно предполагать и вдоль западной окраины Туркменистана, в пределах юго-восточной окраины Каспийского моря. Она, кроме всего прочего, фиксируется и субмеридиональной ориентировкой здесь локальных поднятий. Общее представление о схеме размещения разнотипных рифтов в пределах Туранской плиты дает рис. 20.

Стратиграфический разрез очень пестрый и сложный, отличающийся в разных структурах и зонах страны. Это преимущественно мезо-кайнозойские отложения платформенного типа, подстилаемые широко распространенным пермско-триасовым красноцветным комплексом, который обычно рассматривается как переходный по отношению к отложениям фундамента. Мощности осадочных толщ в депрессиях составляют 8–15 км в Восточно-Туркменской впадине (Мургабской синеклизе), 6–9 км в Южно-Мангышлакском прогибе, 4–6 км в Терско-Каспийском предгорном прогибе. В Хивинском грабене лишь пермско-триасовый переходный комплекс составляет 4–6 км. Мощность земной коры в пределах Южно-Туранской плиты от 30–40 км на западе до 50 км на востоке.



Рисунок 20. Схема структурных элементов Туранской плиты

Основные нефтегазоносные области в пределах Туркменистана пока однозначно не определились; единых представлений о них нет. Условно мы можем намечать наличие здесь Западно-Туркменской области субширотного направления, которая протягивается от Челекена и до южных окраин страны. Предкопетдагской НГ области, тяготеющей к одноименному краевому прогибу, которая представлена системой сравнительно небольших районов с УВ. И наиболее крупной Восточно-Туркменской НГ области на востоке страны. В составе последней можно выделять как самостоятельные НГ районы (или даже области, по некоторым построениям) Центрально-Каракумскую, Чарджоускую, Теджен-Сарагскую и Лебапскую. Такие несколько упрощенные представления определяются тем, что более или менее однозначно принятых структурно-геологических и нефтегазоносных единиц в регионе нет.

По прогнозным запасам, пока еще строго не подтвержденным, в недрах Туркменистана содержится 24 млрд т нефти и 20 трлн куб. метров газа. По таким данным страна может считаться как занимающая четвертое-пятое место в мире по запасам газа, имеющая почти четверть мировых его объемов. В Туркменистане имеется два основных газодобывающих района — в приграничном районе с Восточным и Юго-Восточным Узбекистаном и с Афганистаном-Ираном, а также в Прикаспийском районе Западно-Туркменской области. По данным госконцерна «Туркменгеология» в стране открыто 38 нефтяных, 82 газоконденсатных и 153 газовых месторождения, из которых 11 месторождений размещено на шельфе. Уже к 2015 году планируется довести экспортные поставки газа до 125 млрд куб. м в год.

Задачами последующего геологического и нефтегазоносного изучения страны нужно считать следующее: Разработку оптимальной универсальной схемы геолого-тектонического строения. Уточнение стратиграфической схемы как для страны в целом, так и для отдельных ее зон. Организацию продуманной транспортировки топлива, которое планируется поставлять как на запад, так и в Китай. Учитывать специфику, особенности разработки газоконденсатных месторождений, большой опыт которой имеется в Украине. Одной из технико-экономических проблем Туркменистана является сложность транспортировки ее углеводородов в другие страны, так как она окружена странами, имеющими свои нефтегазовые ресурсы и интересы.

Геология и нефтегазоносность Туркменистана должны быть дополнены хотя бы самыми краткими сведениями о подобной ситуации в соседних странах Центральной Азии. Частично такая информация содержится в уже подготовленных к изданию работах,

с которыми можно ознакомиться в библиотеках НТУ «ХПИ», ХНУ им. В.Н. Каразина, УкрНИИГазе; они помещены в списке литературы. Упомянем лишь ее суть.

Азербайджан — государство в Закавказье, один из старейших в мире регионов начала промышленной разработки и переработки нефти. Основные его месторождения расположены на Апшеронском п-ове, Кура-Араксинской низменности и на шельфе Каспийского моря. Уже в 1899 г. Азербайджан вышел на первое место в мире по добыче и переработке нефти, давая почти половину мирового получения этого продукта. В годы Второй мировой войны 75 % нефти, добываемой в Советском Союзе, приходилась на эту республику. Она была обеспечена необходимыми кадрами, вузами и НИИ.

Вместе с тем, Азербайджан стал одним из лидеров добычи нефти в акваториях. Освоение его морских месторождений началось еще в 1925 г., когда была пробурена морская нефтедобывающая скважина с деревянной платформы. В 1949 г. были открыты морские месторождения Нефтяные Камни, затем банка Дарвина и Грязевая сопка. С середины 1960 гг. морская добыча стала в Азербайджане основной. Максимальная добыча нефти на море здесь достигнута в 1970 г. (12,9 млн т). Уже к концу 1990 гг. только морских месторождений в республике было разведано более 50. По некоторым оценкам нефтегазодобывающая и перерабатывающая промышленность составляет почти 60% индустриальной структуры страны. Начиная с 1996 г. производство в нефтяных отраслях и в сельском хозяйстве снизилось из-за неконкурентоспособности. В этом отношении Азербайджан может быть примером страны, которая в какое-то время была ориентирована преимущественно на разработку УВ, а в изменившейся обстановке не может приспособиться к новым условиям.

Казахстан является республикой, разграничивающей территорию России и государств Средней Азии. Большая его площадь и удобное размещение позволяет ему претендовать на своеобразное региональное лидерство. Еще одним важным преимуществом Казахстана следует считать то, что это единственное в составе СНГ государство, кроме РФ, которое обеспечено всеми необходимыми полезными ископаемыми для своего стабильного развития. Нефтяная отрасль Казахстана — одно из основных направлений ее экономики. Республика занимает второе место по добыче нефти среди стран СНГ. По разведанным запасам нефти и газа занимает 13-е место в мире. В пределах Казахстана имеется пять выявленных и перспективных провинций, в которых открыто более 200 нефтяных, газовых и нефтегазовых месторождений.

Республика Узбекистан представляет собой государство в центральной части Средней Азии. Это развитая индустриально-аграрная страна, активно добывающая черные и цветные металлы. Она занимает 11-е место (8-е по другим данным) в мире по добыче природного газа и 5-е место в СНГ по производству топливно-энергетических ресурсов. Около 60 % ее территории являются потенциальными на обнаружение в нефти и газа. В пяти ее НГО открыто 211 месторождений, из которых 108 газовых и газоконденсатных, 103 — нефтегазовых. Более 50 % месторождений находятся в разработке. Общая протяженность магистральных газопроводов составляет 13 тыс. км. По некоторым прогнозам и оценкам Узбекистан в перспективе может стать нефтегазоносным лидером и даже опередить соседний Казахстан. По добыче газа он занимает 8-е место в мире.

Иран — государство в Юго-Западной Азии, расположенное между Каспийским морем и Персидским заливом. Входит в число ведущих нефтяных держав мира; по данным ОПЕК он занимает 5-е место, имея около 10 % мировых запасов. По добыче нефти Иран прочно стоит на четвертой или пятой позиции. Все основные его скопления сосредоточены в НГБ Персидского залива. В иранской части бассейна выявлено свыше 140 нефтяных и более 10 газонефтяных месторождений. По запасам природного газа Иран занимает второе место в мире, уступая лишь России. Вместе с тем, газ он практически не экспортирует. Сложная своеобразная политика и изолированность государства не позволяет ему в полную меру использовать потенциальные запасы и возможности своих углеводородов.

### **Геологические условия размещения**

Важной особенностью нефтегазовых скоплений, как уже неоднократно подчеркивалось, является неравномерный характер площадного размещения, а также приуроченность к разнородным геологическим и тектоническим структурам. Абсолютное большинство выявленных запасов сосредоточено в пределах относительно небольшого количества месторождений. Анализ геологического строения и условий размещения нефти и газа в нефтегазоносных провинциях мира дает, по Б.И. Маевскому и др. (2002), основания для таких выводов.

Основные их ресурсы (около 70 %) находятся в пределах платформенных структур. Наиболее значительные нефтегазоносные провинции приурочены к склонам платформ, граничащих с подвижными поясами и областями. Среди них выделяют четыре основных типа: окраинных впадин (Примексиканская, Прикаспийская, Сахарская,

Арктическая), перикратонных прогибов, которые развиваются на границе платформ и геосинклиналей (Аравийской плиты, Западно-канадский), узловых глубокопогруженных впадин с корой субокеанического типа в центральной своей части (впадины Мексиканского залива, Причерноморская, Западносибирская), периокеанических грабеновых впадинах (впадины западного побережья Африки, впадины Сирта, Гипсленд и др.).

В нефтегазоносных провинциях подвижных поясов, которые испытали инверсию, нефтегазоносные залежи разрушаются более интенсивно. Поэтому наибольшие ресурсы размещаются в тех впадинах и прогибах, которые приурочены к периферии миогеосинклинальных зон и систем (относительно малая подвижность, отсутствие магматизма или незначительное его проявление). Абсолютное большинство (свыше 99 %) выявленных скоплений нефти и газа приурочено к осадочным породам. Основные запасы нефти (более 80 %) тяготеют к крупным тектоническим зонам разрушения суперконтинентов в мезозое-кайнозое (Персидско-Средиземноморской, Зондской и Мексиканско-Карибской).

Основные запасы нефти приурочены к 330 месторождениям с запасами более 70 млн т каждое. Еще около 30 % их запасов находятся в других более чем 10000 месторождениях. Большинство нефтяных супергигантов (66 %) связано с мезозойскими отложениями, преимущественно юрскими и меловыми, и около 26 % с кайнозойскими отложениями. Скопления нефти и газа в разрезе земной коры выявлены во всех стратиграфических подразделениях, хотя распределения их ресурсов по отдельным комплексам и в разных провинциях неодинаковы и могут существенно разниться, что зависит от палеогеографических и палеотектонических условий времени их формирования.

Каждая нефтегазоносная провинция в разрезе своих осадочных образований содержит несколько литолого-стратиграфических комплексов, которые характеризуются региональной нефтегазоносностью. Они могут быть представлены как терригенными, так и карбонатными образованиями, обычно морского или лагунного происхождения. Вместе с тем, каждый из таких нефтегазоносных комплексов не повсеместно вмещает залежи. Их скопление контролируется наличием коллекторов, важнейшие среди которых терригенные и карбонатные (до 40%). Обязательным условием формирования и сохранения нефтегазовых скоплений является наличие в разрезах непроницаемых толщ флюидоупоров (покрышек), представленных обычно глинистыми, галогенными и карбонатными породами.



С конца XX ст. начинается активное развитие добычи нефти и газа на морских площадях. По подсчетам специалистов в акваториях, преимущественно подводных окраинах континентов содержится 1/2 мировых запасов нефти и 2/3 запасов газа. Главными особенностями таких скоплений является их связь с рифтами и приуроченность большинства запасов к пассивным окраинам континентов. Рифтовые системы шельфовых зон, заполненные мощными толщами осадков и пород, характеризуются повышенной прогремостью и нефтегазоносностью недр. Пассивные окраины континентов представляют собой реликты бывших мощных рифтовых систем, развитие которых обуславливало раскрытие океанов.

Для формирования зон максимальной концентрации запасов нефти и газа, кроме всего прочего, наиболее благоприятны те области, которые в течение изученного геологического времени характеризовались сравнительно высокими параметрами палеогеотермического градиента и повышенными тепловыми потоками. В процессе тектоно-магматической активизации рифтогенных бассейнов формируются пути для вертикального перемещения высокотемпературных газофлюидных потоков, которые выступают как фактор тепломассопереноса и катагенеза органического вещества, а также извлечения из них «зрелых» нефтяных углеводородов и перенесение в породы-коллекторы и ловушки.

Наличие углеводородных компонентов в трещинных и вторичных пустотах практически по всему разрезу нефтегазоносных регионов указывает на их вертикальную миграцию и «сквозное» распределение от фундамента до приповерхностных проявлений разнообразных форм и масштабов.

В разных нефтегазоносных регионах выявлены «столбообразные» зоны миграции, которые образовались в результате движения глубинных флюидов, рассекающих стратиграфические и формационные комплексы.

Одинокие скопления нефти и газа в земной коре не встречаются. Они обычно группируются в зоны нефтегазонакопления, которые могут быть приурочены:

1) к региональным поднятиям типа валов на платформах и антиклинариях в переходных и складчатых областях;

2) зонам регионального выклинивания отдельных литолого-стратиграфических комплексов, а также местам замещения проницаемых песчаных или карбонатных толщ непроницаемыми глинистыми или другими образованиями на склонах больших поднятий (сводов), впадин и моноклиналей;

3) площадям развития рифовых или солянокупольных структур, региональных разрывных нарушений, зонам тектонической трещиноватости;

4) погребенным песчаным прибрежным валам и дельтам палеорек;

5) зонам регионального развития стратиграфических несогласий.

Зоны нефтегазоаккумуляции объединяются в отдельные области, которые на всех континентах приурочены к определенным геоструктурным элементам платформенных, складчатых или переходных областей. На платформенных площадях это сводовые поднятия, линейно вытянутые мегавалоподобные поднятия типа кряжа Карпинского или кряжа Немаха (США), окраинных впадинах, внутриплатформенных поднятиях, перикратонных прогибах, периокеанических грабенообразных впадинах. На площадях складчатых областей они приурочены к межгорным впадинам и срединным массивам, зонам регионального погружения складчатых сооружений, а на переходных площадях — к предгорным (краевым) прогибам.

Формирование нефтегазовых месторождений гигантов и супергигантов в пределах отдельных геоструктурных элементов земной коры обусловлено совокупностью ряда взаимосвязанных факторов. Главными среди них являются:

1) наличие крупных структурных или литологических региональных и локальных ловушек, благоприятных для локализации углеводородов;

2) наличие в разрезе осадочных образований региональных нефтеносных толщ, которые характеризуются высокими коллекторскими свойствами и большими мощностями;

3) наличие газонефте непроницаемых выдержанных толщ-покрышек над продуктивными литолого-стратиграфическими комплексами, которые обеспечивают сохранение сформировавшихся залежей нефти и газа в последующие этапы геологического развития;

4) преобладание движений устойчивого прогибания в период накопления литолого-стратиграфических комплексов, к которым приурочены региональные нефтегазоносные комплексы;

5) размещение таких районов вблизи крупных впадин, откуда углеводороды будут мигрировать в зоны прилежащих поднятий.

### **Основные направления современных нефтегазопроизводственных работ**

Особенностью и тенденцией поисково-разведочных работ на нефть и газ в конце XX — начале XXI ст. является их проведение в регионах с особо трудными условиями изучения. Большинство нефтегазоносных регионов мира характеризуются высоким уровнем

геолого-геофизической изученности, особенно до глубины 4–4,5 км. Это обуславливает необходимость выявления новых перспективных направлений нефтегазопроисловых работ и, прежде всего, в районах с нестандартными геологическими условиями. Главными среди них являются следующие.

Поиски и разведка нефти и газа в акваториях морей и океанов. Свыше 100 стран имеют такие перспективные площади и более 70 из них ведут работы на море. Из погруженных под воду площадей наиболее перспективными в нефтегазоносном отношении являются континентальные шельфы, где до глубины 300 м и более планируется проведение таких работ. На акватории приходится около 25 % разведанных запасов углеводородов и 55 % прогнозных ресурсов.

Поиски и разведка скоплений нефти и газа на больших глубинах. Такое явление становится вполне естественным, что можно наблюдать уже в районах известных нефтегазоносных площадей. Это, конечно, сдерживает проведение соответствующих работ. В США открыто свыше 500 залежей на больших глубинах (свыше 4500 м). Среди стран СНГ на первом месте по показателям глубинного бурения находится Украина, где в пределах ДДВ и Предкарпатья сосредоточено около 600 сверхглубоких скважин. Опыт показывает, что поиски нефти и газа на больших глубинах следует, прежде всего, проводить на тех структурах, в разрезе которых уже выявлены залежи в вышележащих толщах.

Весьма перспективным является проведение поисков нефти и газа в районах развития соленосных отложений. Соляные пласты являются обычно идеальным флюидоупором (покрышкой), под которым возможно скопление углеводородов. Кроме того, важную роль имеет локализация залежей нефти над соляными штоками и по их периферии. Подтверждением такого положения могут быть данные о том, что около 60 % мировых запасов нефти и газа приурочены к бассейнам с соленосными отложениями. Фактором, который усложняет освоение таких районов, являются трудности проведения сейсмических работ, частое несоответствие надсолевого и подсолевого структурных планов, сложность проходки скважин в мощных соленосных толщах, наличие аномально высоких пластовых давлений.

Поиски нефтегазовых скоплений в рифогенных сооружениях начинают играть все большую роль в мировом балансе запасов. Месторождения нефти и газа связаны обычно с карбонатными коллекторами (рифовые массивы и рифовые фации). Биогенные сооружения часто образуют самостоятельные зоны нефтегазона-

копления, которые сложены разными по размерам и морфологии постройками, обычно являющимися продуктивными. Для таких образований характерна высокая нефтеотдача (до 55–65 %) и значительная эффективная мощность пластов-коллекторов. Не исключено, что такая значимость данных сооружений обусловлена и тем, что рифовые постройки обычно размещаются в зонах крупных разрывных нарушений.

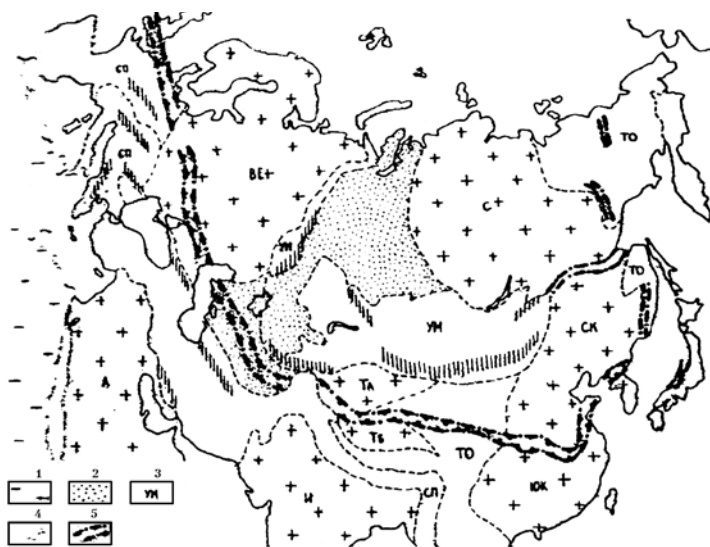
Поиски литологических и стратиграфических залежей нефти и газа, относящихся к группе неантиклинальных, дают зачастую хорошие результаты на склонах покровов и впадин, иногда валов или склонах значительных локальных поднятий. Во всех этих случаях наблюдается выклинивание вверх по склону пластов-горизонтов, обычно терригенных отложений. Особенно высокие результаты дало их изучение во многих районах Северо-Американской платформы, где открытие новых месторождений достигало 40 или даже 60 %. Из числа крупнейших месторождений мира более 20 нефтяных и 5 газовых связано именно с неантиклинальными ловушками. Главными геологическими условиями существования таких ловушек является наличие перерывов в осадконакоплении, перекрытых покрывками, неоднородность пластов-коллекторов, выклинивание и срезание продуктивных горизонтов или причленение их к тектоническому экрану. Для поисков таких ловушек важную роль имеет составление литолого-фациальных и палеоморфологических карт, проведение палеогеографических и палеотектонических реконструкций.

Поиски нефти и газа в древних толщах (верхний протерозой – нижний палеозой) принято было считать мало перспективными. Обосновывалось это недостаточным количеством в них органического вещества, недостаточно хорошими коллекторскими свойствами. Все это сдерживало проведение таких поисково-разведочных работ. Сейчас во всех углеродовмещающих толщах докембрия выявлены жидкие, твердые и газообразные промышленные скопления углеводородов нафтенного ряда. То же относится к поискам скоплений нефти и газа в континентальных красноцветных отложениях. Уже на всех континентах в них выявлены залежи, хотя их общие запасы пока не превышают 2–3 % от количества известных.

Поиски скоплений нефти и газа в кристаллических породах фундамента пока специально не проводились. Вместе с тем, по данным В.А. Краюшкина в мире известно 270 таких месторождений, запасы которых полностью или частично связаны с такими образованиями. Геологическими объектами поисков в породах фундамента могут

быть его коры выветривания, зоны дробления и повышенной трещиноватости вблизи региональных разломов, а также зоны разуплотнения, дезинтеграции и выщелачивания пород. Обоснование таких работ активно проводится в условиях Украины, что связано с широко распространенными у нас представлениями о возможном неорганическом происхождении углеводородов. Кроме того, важную роль в прогнозировании нефтегазоносности играет именно разломно-блоковая тектоника, что подтверждается преимущественно вертикальной зональностью углеводородов, нахождением скоплений нефти и газа в нижних горизонтах осадочного чехла, «сквозным» характером строения большинства месторождений. Все это позволяет целенаправленно ориентировать их поиски в таких структурах.

Одной из общих закономерностей накопления УВ, устанавливаемой в последнее время, необходимо считать приуроченность крупнейших мировых их скоплений к зонам пересечения разновозрастных рифтовых систем. Такое явление можно считать практически



1 – Древние платформы: ВЕ+ – Восточно-Европейская, С+ – Сибирская, СК+ – Северо-Китайская, ЮК+ – Южно-Китайская, И+ – Индостанская, Та+ – Таримская, Тб+ – Тибетская, А+ – Африканская; 2 – молодые платформы (эпипалеозойские плиты); 3 – геосинклинальные складчатые пояса (СП+ – Средиземноморский пояс, УМ+ – Урало-Монгольский, ТО+ – Тихоокеанский); 4 – площади распространения среднепалеозойских эвгеосинклинальных комплексов; 5 – рифты, формировавшиеся во второй половине девона – первой половине раннего карбона

Рисунок 21. Схема среднепалеозойских рифтов Евразии

повсеместным, фиксируемым в пределах Туранской плиты, Северного моря, Персидского и Мексиканского заливов, Западной Сибири, Охотской, Тимано-Печорской НГП, Северо-Китайского НГБ и многих других. Недавно мы пробовали анализировать такой материал, пытались найти объяснение такого явления. Оно требует специального дальнейшего изучения, и полученные результаты могут затем быть использованы для последующих прогнозов и рекомендаций.

Большой интерес, в этом отношении, представляет выявляемое в последнее время существование трансматериковых рифтовых систем, одним из примеров которых могут быть среднепалеозойские рифты Евразии (см. рис. 21); западным его продолжением может быть рифт Уачито в Северной Америке. Раннемезозойские рифты протягиваются от Западной Сибири до восточной окраины Африки. Наконец, новейшие или позднекайнозойские рифты хорошо известны вдоль восточной окраины африканского континента (Великие Африканские разломы), продолжение которых может предполагаться в Европе (Рейнские грабены, рифты Северного моря).

### **Экологические проблемы районов добычи нефти и газа**

Поиски, разведка и разработка нефтегазовых месторождений сопровождаются большими нарушениями природного равновесия в недрах и окружающей среде, разной формой ее загрязнения, о которых мы должны хорошо знать и которые, по возможности, должны быть сведены до минимума. Загрязнению подвержена земная поверхность, подземные воды; нарушается изоляция отдельных водоносных и нефтегазоносных слоев и горизонтов, что сопровождается межпластовыми перетоками, сказывается на общих запасах, иногда приводит к потере каких-то скоплений УВ. Попробуем систематизировать такую информацию, напомним о каких-то элементарных нарушениях, мерах по их предотвращению.

Значительные площади Украины относятся к нефтегазоносным, в пределах которых эксплуатируются более 170 месторождений углеводородов. При современных, еще далеких от совершенства, технологиях поисков, разведки и разработки залежей нефти и газа неблагоприятные воздействия на природу неизбежны. Утечка углеводородных и других сопутствующих им газов, разливы нефти и буровых растворов приводят к широкомасштабным, часто необратимым трансформациям природных структур во всех средах, испытывающих техногенную нагрузку. В таких случаях атмосфера, почвы, подземные и поверхностные воды насыщаются агрессивными

и биологически опасными компонентами природных флюидов (сероводородом, радионуклидами, полициклическими ароматическими углеводородами и др.). Распространение подобных загрязняющих веществ в экосистемах отрицательно сказывается на качестве жизни и условиях производственной деятельности человека, нередко вызывает заболевания и падеж животных. Кроме того, попадая в зону интенсивного водогазообмена, агрессивные воды легко вступают в различные химические реакции, продукты которых могут также обладать значительной миграционной активностью и токсичностью.

Актуальность проблемы загрязнения ландшафтов при разведке и эксплуатации месторождений углеводородов в Украине не вызывает сомнений; в первую очередь такой опасности подвержены зоны «старых» промыслов Предкарпатского прогиба и частично Днепровско-Донецкой впадины. Так, в результате подтока углеводородных флюидов по стволам старых скважин, колодцев, шурфов на некоторых участках Бориславского нефтепромыслового района вполне обычны в подпочвенном воздухе концентрации углеводородов в десятки процентов. На Бориславском, Схидницком, Бытковском и других месторождениях этого района добыча углеводородов ведется со второй половины XIX ст., поэтому количество дренажей, по которым углеводороды поступают на поверхность, очень велико; только в черте г. Борислава расположены около 20 тысяч заброшенных шурфов-колодцев и более 2100 нефтяных скважин. В 1908 году скважина Ойл Сити в Западной Украине с глубины 1015 м выбрасывала в сутки 3 тыс. тонн нефти, засоряя прилегающую местность. Это была катастрофа мирового масштаба, осложненная попаданием УВ в р. Днестр и грандиозным пожаром.

Для минимизации ущерба природе и предотвращения загрязнения подземных и наземных объектов при разведке и эксплуатации нефтегазовых месторождений должны выполняться мероприятия по охране недр, предусмотренные соответствующими технологиями. Технологии бурения скважин на нефть и газ включают комплекс мер по предотвращению перетоков, выбросов, открытого фонтанирования, грифонообразования, обвалов стенок скважин, поглощения промывочной жидкости и других осложнений. Для этих целей изолируют друг от друга нефтяные, газовые и водоносные интервалы в скважинах, тщательно герметизируют и цементируют колонны, крепят ствол кондукторами, промежуточными колоннами, оборудуют скважины превенторными установками. Особое значение с точки зрения охраны недр имеет правильное проведение работ по консервации и ликвидации скважин, а также меры по предотвращению коррозии

подземного и наземного оборудования, которые обеспечивают сокращение потерь углеводородного сырья при подготовке, транспортировке и хранении нефти и газа.

Уже сам процесс поискового и разведочного бурения, строительство скважины предусматривает снятие какой-то части почвенного слоя, создание на поверхности емкости для воды (земляной амбар-отстойник), оборудование ее электропроводкой и водоподведением. Процесс бурения должен сопровождаться использованием воды, закачиваемой в скважину для охлаждения, выноса на поверхность продуктов разрушения разбуриваемых пород. В числе необходимых мероприятий проходки скважины нужно считать изоляцию перебуриваемых водоносных горизонтов, их тампонаж, что должно предохранить их от загрязнения. Соответственно, для этих целей должен использоваться высококачественный тампонажный цемент; мы должны иметь представление о тампонажном растворе, содержащем кроме цементирующей массы еще и разные добавки (шлак, мел и др.), иногда химикаты и воды, используемые для образования скважинной крепи.

Еще одним явлением экологической опасности следует считать образование аварийных кратеров во время проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ. Подобные крупные аварии случаются довольно часто, как в нашей стране, так и в Западной Сибири, в Средней Азии, Прикаспии (Экол. геол., 1993; Критическая экосистема, 1997 и др.). В 1972 году взрыв углеводородной смеси в Бориславе привел к человеческим жертвам. Несколько лучше ситуация на месторождениях ДДВ, но и здесь для ряда крупных нефтяных и газовых месторождений, находящихся в конечной стадии разработки, она далека от благополучной. Примером такого случая может быть образование провального кратера на Качановском нефтяном месторождении в 1962 году.

Скважина 35 Качановского месторождения была заложена в апреле 1962 и ее проходка проектировалась до глубины 3300 м. В сентябре этого же года при забое 2315 м в скважине произошла авария: во время спуска бурового инструмента раскрылись пневмоклинья и в скважину упали 2-секционный турбобур с долотом и бурильные трубы. Общая длина упавшего инструмента составила 65 м. Подъем инструмента привел к сильному газопроявлению; вокруг скважины возникли грифоны, что было результатом поступления нефтегазовой смеси в отложения неогена-палеогена. В скважине 65, расположенной в 250 м, также образовался грифон, который перешел в газовый фонтан, позднее воспламенившийся. Результатом всего этого стало образование кратера с соленым водоемом, диаметр которого соста-



вил 190 м и глубина 20 м. Естественно, что это не только потребовало больших усилий по ликвидации последствий аварии, но и продолжает оставаться объектом загрязнения. Тем более, что кратер позднее неоднократно использовался в качестве временного отстойника попутных промысловых вод.

Примером подобной экологической катастрофы, имевшей место в Туркменистане, стал провал буровой вышки со всем оборудованием и транспортом во время бурения разведочной скважины в 1971 г. Никто из рабочих не пострадал, но поступающий из техногенного кратера газ решили поджечь, чтобы «не травились люди и скот». Предполагали, что пожар через несколько дней потухнет, но ошиблись. С тех пор воронка непрерывно пылает; из кратера диаметром 60 и глубиной 20 м вырываются языки пламени, достигающие 10–15 м высоты. А этот участок близ местечка, имеющего название Дарваз, в народе называют «Дверью в преисподнюю» или вратами в Ад. Недалеко от этого кратера известно два подобных провала; на дне одного из них имеется пузырящаяся масса, жидкая грязь. Добыча УВ в России также сопровождается очень частыми нарушениями режима добычи. В течение только 1985–2000 гг. более чем на 130 открытых месторождениях фонтанирования привели к тяжелым экологическим последствиям; в 55 случаях при этом взрывы сопровождались пожарами.

Повышение нефтеотдачи пласта предусматривает в ряде случаев применение методов, также нарушающих равновесие в природе, химическое загрязнение недр. В числе таковых нужно назвать гидравлический разрыв пласта, заводнение, гидродинамические, физико-химические и тепловые методы, бактерицидные добавки. Естественно, что это нарушает природное равновесие. Дополнительные сложности возникают при бурении в акваториях, когда загрязнению подвергается не только земная поверхность, но и морские или океанические воды. Примером такого случая может быть начавшая в 2010 году гореть нефть буровой скважины в Мексиканском заливе; этот случай уже называют крупнейшей экологической катастрофой.

Еще один пример своеобразного нарушения экологического равновесия дает случай интенсивной добычи нефти в одном из штатов США (Денвер), где такая деятельность сопровождалась резкой активизацией землетрясений в регионе. Они прекратились после того, когда взамен извлеченного продукта в недра стали закачиваться воды, восстанавливавшие гидродинамическое равновесие. А в штате Калифорния (США) добыча нефти, газа и подземных вод привели в течение 1925–1977 гг. к снижению уровня подземных вод на де-

сятки метров (максимальное 153 м) и, как следствие, опусканию земной поверхности на 9 м. С такими или подобными, теоретически очень понятными ситуациями, приходится иногда сталкиваться при разработке нефти и газа. И если для большинства нефтегазоносных площадей Украины такая проблема неактуальна, то ее обязательно нужно учитывать в тектонически подвижном Туркменистане, ощутившем в полную меру результаты землетрясения 1948 года в Ашхабаде, или Узбекистане (1963).

В последнее время резко возрастает интерес к поискам газогидратов на дне в пределах океанов и, в том числе, в акватории Черного моря. Высокая перспективность последней была подтверждена глубоким бурением 1975 года судном «Гломар Челленджер». К таким работам проявляют интерес и нефтегазодобывающие предприятия России. А кабинет Министров Украины даже принял в 1993 году постановление о поисках такого сырья и «создании эффективных технологий его добычи и переработки». Это очень интересное и перспективное для нас решение, но оно должно начинаться с изучения вопроса — как скажутся такие работы на неглубоко залегающий сероводородный слой Черного моря, в акватории которого размещается много прибрежных курортных регионов. Много пока еще мало известных экологических осложнений может возникнуть в случае добычи сланцевого газа, а также извлечения газов угольных месторождений, которые планируют добывать в Украине и европейских странах.

Примером региона с очень сложной экологической ситуацией является бассейн Каспийского моря. При бурении в морской бассейн сбрасывается шлам, что обусловлено работой здесь ряда государств и «ничейным» его статусом. На казахстанском месторождении Тенгиз при добыче и переработке нефти в прибрежных зонах моря накопилось 5 млн. тонн серы, которая загрязняет воду, почву и отрицательно влияет на здоровье населения. На азербайджанском месторождении АЧГ в связи с увеличением добычи нефти актуальной становится вопрос утилизации пластовых вод. Планы строительства нефте- и газопроводов (Казахстан-Туркменистан-Иран), других транспортных систем могут внести дополнительные сложности.

Анализ современной обстановки морской среды показывает, что существующая неблагоприятная экологическая ситуация — это результат многолетнего элементарного игнорирования вопросов охраны окружающей среды в деятельности разных компаний и неопределенности статуса Каспия. Каспийское море-озеро представляет собой замкнутый водоем, не имеющий связи с мировым океаном.

В 2003 г. Прикаспийские страны подписали Конвенцию по защите морской среды. Ее целью является защита морской воды от загрязнения, сохранение, восстановление, устойчивое рациональное использование биологических ресурсов акватории. В том числе контроль загрязнений, применение малоотходных и безотходных технологий добычи нефти, проведение процедуры оценки воздействия на окружающую среду.

Большое количество проблем возникает также при транспортировке и переработке нефти. До недавнего времени считалось допустимым, что до 5 % от добытой нефти теряется при ее хранении и перевозке. Учитывая общие объемы добычи, можно представить масштабы поступления в окружающую среду УВ, не считая разных катастроф с танкерами или нефтепроводами. Существенным загрязняющим фактором являются отбросы нефтехимических заводов, которые природа не в состоянии переработать. При сгорании нефти и газа в атмосферу в больших количествах поступает углекислый газ, разные сернистые соединения, оксид азота. Средней мощности электростанция, работающая на мазуте, выбрасывает ежедневно в окружающую среду 500 т серы в виде сернистого ангидрита. Ежегодно в Мировой океан по тем или иным причинам сбрасывается от 2 до 10 млн т нефти. Аэрофотосъемкой со спутников зафиксировано, что уже почти 30% поверхности океана покрыто нефтяной пленкой. Источников таких поступлений много — это аварии танкеров и буровых платформ, сброс балластных и очистных вод, принос загрязняющих компонентов реками. И хотя формально они выходят уже за рамки процесса добычи, все такие вопросы должны решаться в комплексе, служить одной цели — охране окружающей среды.

Приведенные примеры показывают, что при поисково-разведочных работах и разработке месторождений возможны самые различные формы нарушения окружающей среды, что ставит вопрос об охране недр в число важнейших наших задач. Проведение таких работ должно сопровождаться различного рода экологическими экспертизами, разработкой системы ОВОС, выполнением разных нормативных требований. Большое количество проблем возникает также при транспортировке и переработке углеводородов. Такая ситуация ставит проблему рекультивации, нарушение земель и почв в местах добычи и транспортировки нефти и газа в число ведущих. Это одно из направлений того, что названо геологической деятельностью человека. И хотя формально они выходят уже за рамки процесса разработки, все такие вопросы должны решаться в комплексе, служить одной цели.

## **Перспективы дальнейшего обеспечения энергоресурсами**

В данном случае попробуем рассмотреть не только возможности наращивания запасов и ресурсов углеводородов, которые по нынешним оценкам и с учетом роста к ним дальнейшего интереса, оцениваются как недостаточные для длительного обеспечения человечества, но и уточнить возможную их замену, напомнить об альтернативных энергетических источниках недр. Речь идет не о знакомстве с какими-то конкурирующими формами их получения, в обход нефтегазовых, а каком-то дополнении, частичной замене, в чем наши знания разработчиков могут быть полезны. Тем более что над такими вопросами человечество задумывается уже давно.

В числе одного из таких направлений принято считать возможность использования тепла недр. Исследованием в этом плане занимается специальная наука, получившая название геотермики или геотермии. Она изучает тепловой режим Земли, связанный в данном случае с внутренними источниками тепла. Обоснование существования геотермической ступени и геотермического градиента, непрерывного повышения температуры с глубиной, делает его очень привлекательным. Площадное изучение такого фактора показывает, что в отдельных местах такой показатель может резко возрастать. Например, в рифтовых зонах современных акваторий, в районах вулканизма и др. В целом же, площадное перемещение такого тепла к заинтересованному потребителю вызовет определенные сложности. И пока примеры подобного использования ограничиваются лишь применением его в Исландии и других, сравнительно небольших регионах для местных нужд.

Вместе с тем детальная изученность геотермических условий Украины позволяет положительно оценивать возможность получения подобных энергоресурсов не только в пределах молодых складчатых сооружений (Карпаты, Горный Крым), но и на юго-востоке ДДВ. Разрабатывается схема, согласно которой на отработанных месторождениях имеется возможность использовать уже пробуренные и близко расположенные скважины, одной из которых на поверхность будут извлекаться нагретые подземные воды, а после получения их тепла — можно закачивать эти же воды в соседнюю скважину. При наличии, естественно, взаимосвязанности между такими скважинами, которая может быть создана искусственно.

Уже с начала XX ст. активно изучалась возможность использования газов угольных месторождений. Такие исследования проводились по разным направлениям — продуктивно использовать шахтные газы,

приводящие к зачастую катастрофическим взрывам в шахтах при добыче угля, для местных нужд, уменьшения риска таких работ. А также разработку глубоко залегающих углей путем подземного сжигания и использования газа СО (угарного газа); от такой схемы уже отказались, но она изучалась. Подсчитаны запасы и ресурсы шахтных газов в Донбассе, которые позволяют высоко оценивать их возможности. Остановка только за техническими возможностями такой разработки. И крупными финансовыми вложениями.

Пока целенаправленное изучение и схема извлечения шахтных газов осуществлены лишь в США. Интересно, что уже в 2009 г. эта страна стала мировым лидером извлечения метана из угольных пластов: он составляет около 25 % годовой его добычи. Украина и другие страны ведут переговоры с Соединенными Штатами по использованию их технологии такой разработки.

В последние годы резко возрос интерес к сланцевому газу; начали даже говорить о сланцевой революции, о практически неограниченных его возможностях, способных при определенных геологических условиях решить проблему долгосрочного обеспечения человечества этими углеводородами. Появилось большое количество публикаций на эту тему — от нескрываемых восторгов до очень серьезных опасений с позиции экологических последствий разработки или экономических показателей его получения.

История освоения сланцевого газа, содержащегося в горючих сланцах, и интереса к ним достаточно велика и обычно мало известна. Сланцевым газом называют природный газ, добываемый из сланцевых пород, который состоит преимущественно из метана. Первая коммерческая газовая скважина в сланцевых породах была пробурена в США в 1821 г. Однако с началом активного промышленного освоения нефти, а затем и природного газа из обычных нефтегазовых месторождений, интерес к сланцевому газу был практически потерян. Вспомнить о горючих сланцах как источнике энергоресурсов заставил нефтяной кризис 1970 гг. Но технологии добычи 1980 гг. не позволяли сделать этот процесс экономически рентабельным. Масштабное промышленное производство сланцевого газа было начато в США лишь с начала 2000 гг. И уже в 2009 г. добыча его в этой стране составила 14 % от всего извлекаемого горючего газа.

Технология добычи сланцевого газа является своеобразной, и пока она хорошо разработана лишь в США. Для его получения производят бурение вертикальной скважины с системой ее последующих горизонтальных разветвлений на глубине, гидроразрыв пласта и продвинутое сейсмическое моделирование. Эффект гидроудара создается за счет закачивания в такие скважины воды, песка

и химикатов. Хотя сланцевый газ содержится в недрах в небольшом количестве, но за счет вскрытия больших площадей и уже отработанной процедуры бурения можно получать значительные его объемы. Тем более что вполне определенные результаты уже получены.

Было установлено, что кроме США скопления горючих сланцев, из которых можно получать газ, имеются в Австралии, Индии, Китае, Канаде. В пределах Европы крупные скопления сланцев обнаружены или известны в Австрии, Венгрии, Германии, Польше, Швеции, Украине. Сообщалось, что в Польше планируется начать их специальное изучение и освоение уже с 2010 г. Зарубежные источники утверждают, что бурение для изучения и освоения сланцевого газа ведется в Швеции и Украине. В Европе такое направление деятельности встречает довольно активный протест, что обусловлено экологическими опасениями. В марте 2011 г. у нас сообщалось об официальных переговорах нашей страны и США о начале совместной разработки сланцевых газов и метановых газов наших угольных месторождений. Интерес к освоению сланцевых газов проявлен и в России.

Горючие сланцы образуют на территории Украины мощные залежи; их общие прогнозные запасы оцениваются цифрой порядка 600 млрд т. Наиболее крупные скопления этого энергетического сырья приурочены к Болтышской впадине, расположенной на территории Кировоградской и Черкасской областей. В ее разрезе выделяется 5 горизонтов мощностью 2–40 м, залегающих на глубине 180–500 м. Содержание керогена в этих сланцах составляет 30–40 %, выход смол – 10–20 %, зольность 50–60 %, теплота сгорания – 10–16 МДж/кг. Запасы горючих сланцев, залегающих на глубинах 30–375 м, составляют 3 млрд т. Скопления горючих сланцев выявлены также в ДДВ, Волыно-Подольской плите, Крымских горах и Карпатах. Важным резервом такого энергетического и химического сырья Украины являются менелитовые сланцы из палеогена Предкарпатья, которые представляют собой высокозольную разновидность горючих сланцев.

Очень велики запасы углей, которые по подсчетам специалистов могут обеспечить человечество на несколько веков. Это трудно извлекаемое сырье, сложный для транспортировки продукт. Тем не менее, получаемый из угля кокс является основным неизменным элементом современной металлургии. А мировые запасы углей и угольных бассейнов Украины достаточно велики. Поэтому о замене в Украине углеводородов углем речь может идти только в тех областях, где он является приемлемой альтернативой (металлургия и др.), а также с целью снизить в стране непомерно большие расходы газа.

Атомные станции мы после взрыва на Чернобыле побаиваемся строить. Хотя сейчас приходим к выводу, что это в определенном отношении самый надежный источник энергообеспечения, широко используемый в Европе. Но при соблюдении определенных правил технической безопасности. В перспективе для местного энергообеспечения важную роль может играть использование биологического топлива (биотоплива), активно используемого во многих странах, энергии ветра и солнца. И, естественно, разработка энергосберегающих технологий, что для нашей страны является весьма актуальным. Формально это выходит за рамки нашей профессиональной компетенции, но мы должны хорошо понимать современную роль УВ в энергообеспечении.

Приведенная очень краткая или поверхностная обзорная информация имеет целью показать, что серьезной современной замены нефти и газа, а также той специальности, которую мы выбрали, пока нет. Специалисты подчеркивают, что на два-три ближайших десятилетия альтернативной замены газу пока не предложено. Вместе с тем, изучение получения сланцевого газа и газа угольных месторождений по своей технологии близко к добыче нефтегазовых углеводородов, что позволит в дальнейшем использовать наши знания в получении и этих энергоресурсов, если они будут нами осваиваться. Сейчас пока достаточно только общих наших знаний в этой области.

Практические занятия по теме данного раздела будут сводиться к знакомству с нефтегазоносными площадями мира, отдельных НГБ и стран, которые на кафедре имеются в большом количестве. Тема «Экологические проблемы» иллюстрируется специально подобранными фотографиями техногенных катастроф; такой материал частично студенты будут дополнять в процессе составления своих рефератов соответствующей тематики, а также краткими выступлениями.

Вопросы: *Нефтегазоносные провинции мира. Выборочная характеристика какой-либо НГ провинции, области. Нефтегазоносность Украины — ее регионы, области, зоны. Геология и нефтегазоносность Туркменистана, ЮЗ Азии, Африки. Общие условия размещения нефти и газа (глобальные, региональные). Основные направления современных нефтегазопроисловых работ. Экологические проблемы нефтегазовой геологии. Перспективы дальнейшего обеспечения энергоресурсами.*

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Предлагаемое учебное пособие, основу которого составил конспект лекций по теме «Геология нефти и газа» (2010), представляет собой первую попытку подготовить исходный материал для усвоения

соответствующих знаний и освоения такого курса в рамках учебного процесса на недавно созданной кафедре добычи нефти, газа и конденсата в НТУ «ХПИ». Оно содержит информацию, значительно превосходящую требуемые минимальные знания для специалистов этого профиля. Проведение занятий сопровождается подбором и показом большого иллюстративно-графического и каменного материала, посещением Музея природы, газодобывающих предприятий и НИИ такого профиля (УкрНИИГаз и др.). Пособие может быть полезным студентам ХНУ им. В.Н. Каразина, где специализация по нефтегазовой геологии и гидрогеологии недавно введена на геологическом отделении ГГФ.

Особенностью данного пособия, как это отмечалось во вводной части, является то, что изучающие данный курс студенты совершенно не имеют геологических знаний, необходимых для их специальности. Именно на эти вопросы обращено здесь основное внимание. Кроме того, многие положения разделов второго и третьего – условия накопления нефти и газа, а также геологические условия размещения УВ – будут более полно рассматриваться в других самостоятельных курсах, среди которых нужно назвать бурение, геофизические методы, нефтегазопромысловая геология.

Большое внимание здесь уделено региональным и глобальным закономерностям размещения нефти и газа, что в ряде вузов по нефтегазовой геологии часто бывает предметом самостоятельного курса. При изложении этого материала обращено внимание на выявление каких-то общих геологических закономерностей концентрации УВ в разных регионах. Сделана также попытка учесть нынешний контингент студентов, большое количество которых составляют выходцы из Туркменистана, учитывать наличие студентов из Африки, Сирии, Ирака, других стран. В приложениях к данному учебному пособию приведена программа курса (темы основных лекций и практических занятий), экзаменационные вопросы, главные рекомендуемые темы рефератов.

В процессе работы над данным учебным пособием мы получили возможность воспользоваться консультациями со стороны А.В. Барташука, И.В. Высочанского, Е.Ф. Зубкова, С.В. Кривули, А.И. Лурье и др., ранее читавших такой или близкие курсы в ХНУ им. В.Н. Каразина, а также оказавших нам другую помощь. За это мы выражаем им нашу благодарность. И считаем возможным рекомендовать использование данного пособия не только в рамках НТУ «ХПИ», но и в других вузах. В частности, в ХНУ им. В.Н. Каразина, где недавно на геолого-географическом факультете введена такая специализация.



## ЛИТЕРАТУРА

Адаменко О., Рудько Г. Екологічна геологія: Підручник. — К. : Манускрипт, 1998. — 348 с.

Акульшин О.І., Акульшин О.О., Кучеровський В.М. Термінологічний словник з нафтопромислової справи. — Івано-Франківськ : Екор, 1998. — 318 с.

Бека К., Высоцкий И.Б. Геология нефти и газа. — М. : Недра, 1976.

Брод И.О., Еременко Н.А. Основы геологии нефти и газа. — М. : Гостоптехиздат, 1957. — 480 с.

Васильев А.Н., Журавель Н.Е., Ключко П.В. Прогноз техногенного засорения почв на нефтепромыслах северо-востока Украины в рамках ОВОС. — Х. : Экограф, 1999. — 86 с.

Высоцкий И.В., Высоцкий В.И., Оленин В.Б. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. Изд. 2-е, пер. и доп. — М. : Недра, 1990. — 405 с.

Геология и нефтегазоносность Туркменистана / В.О. Соловьев, С.В. Кривуля, А.Н. Самойлов, И.М. Фык. — Х., 2012. — 135 с.

Геология и нефтегазоносность Украины: Учебное и справочное пособие / В.О. Соловьев, А.Н. Васильев и др. — Х. : Курсор, 2007. — 294 с.

Геология нефти и газа: Учебник для вузов / Э.А. Бакиров, В.И. Ермолкин, В.И. Ларин и др. Изд. 2-е пер. и доп. — М. : Недра, 1990.

Добровольский В.В., Якушова А.Ф. Геология: Учеб. пособие. — М. : Просвещение, 1979. — 304 с.

Еременко Н.А. Геология нефти и газа. — М. : Недра, 1968.

Карцев А.А. Основы геохимии нефти и газа. — М. : Недра, 1969.

Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Основы геологии: Учебник. — М. : Высш. шк., 1991. — 416 с.

Кравцов А.И. Геологические условия газоносности угольных, рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых. — М. : Недра, 1968. — 330 с.

Критическая экосистема кратера аварийной скважины нефтяного месторождения / Н.Е. Журавель, А.Н. Васильев и др. — Х. : Прапор, 1997. — 68 с.

Леворсен А. Геология нефти и газа. — М. : Мир, 1970. — 638 с.

Лукин А.Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Статья 1. — Геол. журн. 2010, № 3. — С. 17–33. Статья 2. — Там же, № 4. — С. 7–24.

Лурье А.И., Фык И.М. Природный газ Украины. История и современность: Науч.-поп. очерк. Х., 1999. — 100 с.

Маевський Б., Євдошук М., Лозинський О. Нафтогазоносні провінції світу. — К. : Наук. думка, 2002. — 403 с.

Мазур И. Нефть и газ. Мировая история. — М. : Изд-во «Дом, Земля и человек. XXI век», 2004. — 896 с.

Нагорный В.П., Глоба В.М. Обо всем, что под землей (добывается, сооружается, размещается). — К., 2010. — 205 с.

Общая и полевая геология: Учебник для вузов / А.Н. Павлов и др. — Л. : Недра, 1991. — 463 с.

Павлов С.Д. Пути освоения газов угольных месторождений. — Х. : Колорит, 2005. — 336 с.

Панов Г.Е., Петряшин Л.Ф., Лысянский Г.Н. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. — М. : Недра, 1986. — 244 с.

Подземные воды. Экологическая геология. Инженерная геология. Использование и охрана недр: Словарь-справочник / Под ред. В.О. Соловьева. — Х. : Тарбут Лаам, 2005. — 248 с.

Проблемы геологии нефти и газа / В.О. Соловьев, И.В. Высочанский, С.В. Кривуля и др. — Х., 2010. — 124 с.

Проблемы геологии нефти и газа. Выпуск второй / В.О. Соловьев, И.В. Высочанский, С.В. Кривуля и др. — Х., 2012 (в печати).

Рассел Ч.Л. Основы нефтяной геологии. Перевод с англ. — Л. : Гостоптехиздат, 1958. — 620 с.

Рудько Г.І., Гамеляк І.П. Основи загальної, інженерної та екологічної геології: Навч. посібник. — Чернівці : Букрек, 2003. — 423 с.

Словарь по геологии нефти / Под ред. М.Ф. Мирчинка. Изд. 2-е, испр. и доп. — Л. : Гостоптехиздат, 1958. — 776 с.

Соловйов В.О. Основи геологічних знань: Геологія в курсах географії, біології, екології: Навч. посібник. — Х. : Гриф, 2005. — 96 с.

Соловйов В.О. Геологічний словник-довідник. — Х. : Основа, 2011. Ч. 1. — 110 с. Ч. 2. — 127 с.

Соловьев В.О. Основные закономерности развития земной коры: Учеб. пособие. — Х. : ХГУ, 1992. — 109 с.

Соловьев В.О., Немец К.А. Экология: этапы развития и основные направления исследований. — Х. : РА, 1998. — 104 с.

Соловьев В.О., Кривуля С.В., Фык И.М. Материковые рифты и нефтегазоносность. — Х. : Курсор, 2011. — 44 с.

Соловьев В.О., Фык И.М., Яковлев А.О. Геология нефти и газа. Конспект лекций и методические указания. — Х. : Курсор, 2010. — 80 с.

Солодкий В.Д., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., САКАРА Ю.Д. та ін. Основи екологічної безпеки: Навч. посібник. — Х. : НТУ «ХПІ», 2002. — 176 с.

Справочник по нефтегазовому делу / В.С. Бойко и др. — Львов, 1996. — 620 с.

Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа: Учебник. — 3-е изд. /Под ред. А.А. Бакирова. — М. : Высш. шк., 1987. — 384 с.

Червинский В.П., Мельник Н.В. Введение в специальность «Нафтогазова справа»: Учеб. пособ. — Х. : НТУ «ХПІ», 2009. — 132 с.

Щелкачев В.Н. Отечественная и мировая нефтедобыча — история развития, современное состояние и прогнозы. — М.-Ижевск, 2002. — 132 с.

Экологическая геология Украины: Справочное пособие / Е.Ф. Шнюков и др. — К. : Наук. думка, 1993. — 407 с.

Яремийчук Р.С., Возный В.Р. Основы горного производства нефти, газа и твердых полезных ископаемых. — К. : Кондор, 2006. — 376 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА КУРСА

#### Основные лекции

Науки о Земле, их место в естествознании. Схема деления геологических наук, их методы. Зачем нужны нам сведения о геологии.

Вещество земной коры (ЗК) — минералы, горные породы, полезные ископаемые. Осадочные горные породы.

Природные процессы, формирующие земную кору. Эндогенные и экзогенные процессы. Тектонические движения. Геологическая работа моря, деятельность организмов, соленакопление.

Строение Земли, земной коры. Материки и океаны, их основные структуры. Методы изучения внутреннего строения ЗК.

Осадочный слой ЗК. Основы стратиграфии. Методы корреляции — литологические, биостратиграфические, геофизические. Корреляция разновозрастных отложений (глобальная, региональная, локальная).

Структурная геология и геотектоника. Схема деления структур ЗК: платформы, складчатые сооружения, краевые прогибы, материковые депрессии (плиты, их суть). Крупнейшие разрывные и складчатые сооружения и системы (пояса и области, материковые рифты). Строение океанического дна (шельф, срединноокеанические хребты, ложе океанов, островные дуги). Геологические и тектонические карты, их суть и задачи.

Локальные тектонические структуры — разрывные и складчатые. Разломы, их типы (сброс, взброс, сдвиг). Горсты, грабены. Купола, складки антиклинальные и синклинальные. Солянокупольная тектоника, структуры.

Подземные воды (гидрогеология). Происхождение ПВ, схема их деления. Типы ПВ (грунтовые, межпластовые, артезианские), их режимы. Движение ПВ, фильтрация, дренаж, водонепроницаемые слои и горизонты. Роль их в формировании, перемещении и сохранении залежей нефти и газа.

Общие представления о бурении, его задачи; типы скважин.

Геофизические методы, применяемые при глобальном, региональном и локальном изучении недр, выявлении УВ.

История освоения НГ скоплений. Состав и свойства нефти, газа, газоконденсата, их происхождение (органическое, неорганическое), нефтегазоматеринские породы.

Условия залегания нефти и газа в ЗК. Миграция УВ, формирование их залежей, месторождений и других скоплений.

Геологические условия размещения УВ скоплений (по площади и в разрезе). Нефтегазогеологическое районирование.

Поиски, разведка, подсчет запасов нефти и газа.

Региональные и глобальные закономерности размещения нефти и газа.

Нефтегазоносность Украины, основные ее НГ регионы, районирование. Геология и нефтегазоносность Туркменистана, Западной Сибири, Африки.

Экологические проблемы освоения нефтегазовых месторождений.

Современные направления поисковых работ на УВ, альтернативы и перспективы дальнейшего обеспечения энергоресурсами.

### **Практические занятия**

Составление схемы деления наук о Земле; их взаимоотношения.

Вещество земной коры:

1) Посещение Музея Природы, разных его отделов – Минералы и ГП, ископаемые организмы, природные процессы, полезные ископаемые;

2) Практические занятия – описание конкретных ГП и минералов, их общая характеристика (цвет, слоистость, трещиноватость, пористость, структура и др.).

Природные процессы, формирующие земную кору (знакомство с иллюстративным материалом, попытки расшифровать характер проявления их по фотографиям); тектонические движения – формы их проявления и отражение в структурах ЗК. Работа подземных вод (карст, оползни и др.).

Осадочный слой земной коры. Основы стратиграфии:

1) Зарисовать геохронологическую шкалу и выучить основные ее подразделения;

2) Составить стратиграфическую колонку по данным геологической карты; объяснить суть такой информации.

Структурная геология и геотектоника. Знакомство с географическими атласами, геологическими и тектоническими картами (Атлас мира, Украины, карты отдельных регионов). Выделение платформ, складчатых сооружений, материковых рифтовых систем. Литосферные плиты. Строение океанов. Региональные и локальные тектонические структуры, разрывные и складчатые. Выявление структур, благоприятных для накопления УВ.

Подземные воды: условия их формирования и перемещения. Зарисовка водоносных горизонтов, артезианских бассейнов.

Условия залегания скоплений нефти и газа в земной коре (залежи, месторождения). Характеристика отдельных месторождений по данным структурной карты и разреза. Это тема нескольких занятий, в течение которых студенты должны зарисовать и проанализировать основные типы скопления УВ в пределах разных месторождений (по данным графического материала, имеющегося на кафедре).

Основные закономерности площадного размещения нефти и газа (в глобальном и региональном масштабе); нефтегазоносное районирование. В процессе такого знакомства будут анализироваться скопления УВ как в пределах своих регионов, где студенты проживают и планируют работать, так и в некоторых других наиболее интересных и типовых структурах.

Поиски и разведка нефти и газа, подсчет запасов.

Краткая информация по темам своих рефератов – характеристика геологического строения и НГН отдельных регионов, другие темы.

Подведение итогов – модульные оценки, экзамен.

### **Основные вопросы для экзамена**

Структура геологических наук; что они изучают, методы геологии

Схема деления горных пород

Как разделяются осадочные горные породы (на какие группы и что они представляют собой)

Представления об условиях накопления осадочных горных пород

Схема строения земной коры, ее основные слои на материках и океанах

Структуры континентов земной коры: платформы, складчатые сооружения, плиты, материковые рифты

Тектонические движения, формы их проявления в пространстве и во времени, природа тектогенеза

Основные деформации ЗК – разрывные и складчатые; локальные тектонические структуры

Стратиграфическая шкала, схема деления кайнозоя, мезозоя и палеозоя (их системы и более дробные подразделения)

Геологические и тектонические карты

Что изучает гидрогеология, происхождение и схема деления ПВ

Значение ПВ в перемещении и сохранении залежей УВ

Водоносные и водоупорные горизонты, артезианские бассейны

Условия залегания УВ, коллекторы и покрышки

Понятие о пористости и проницаемости горных пород

Ловушка, залежь и месторождение — суть этих понятий

Основные факторы контроля нефтегазонакопления — структурные, литологические, стратиграфические

Закономерности размещения месторождений УВ в отдельных странах и регионах (в Украине, Туркменистане, Западной Сибири, Африке)

Методика поисков и разведки УВ, последовательность этих работ

Подсчеты запасов месторождений нефти и газа

Бурение в нефтегазовой геологии, основные типы скважин

Геофизические методы изучения земной коры

Происхождение нефти и газа, условия и характер их миграции

Основные нефтегазоносные провинции мира

Экологические проблемы в районах добычи нефти и газа

Основные направления современных поисковых работ УВ

Перспективы дальнейшего мирового обеспечения энергоресурсами (проблема сланцевого газа, газов угольных месторождений)

*Общий вопрос: Охарактеризовать месторождение УВ по имеющейся структурной карте (схеме) и разрезу; такой вопрос получают все студенты и они должны хорошо понимать это задание.*

### **Главные темы рефератов**

Нефтегазоносные провинции Украины; отдельные темы — Восточный регион (Днепровско-Донецкая впадина), Южный регион (Причерноморская впадина и шельф Черного моря); главнейшие месторождения ДДВ

Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской плиты, ее основные месторождения

Нефтегазоносные провинции и области Прикаспийской впадины

Геология и нефтегазоносность Туркменистана; нефтегазоносное районирование страны, стратиграфические разрезы основных структур, характеристика отдельных месторождений

Геология и нефтегазоносность отдельных регионов Евразии:

- 1) Казахстан,
- 2) Узбекистан,
- 3) Азербайджан,
- 4) Северный Прикаспий,
- 5) Иран,
- 6) Ирак,
- 7) Саудовская Аравия и ОАЭ,

- 8) Сирия,
- 9) Северное Предкавказье (Дагестан, Чечня),
- 10) Китай,
- 11) Новая Земля,
- 12) Охотское море, Баренцево море и др.

Нефтегазоносные провинции и области Америки, Мексиканской впадины, Австралии

Нефтегазоносность Африки, отдельных ее провинций (Сахарской НГП, Гвинейского залива, с.-в. окраины материка)

Главнейшие рифтовые структуры и системы материков

Геофизические работы при проведении поисков и разведки УВ

Бурение на нефть и газ, типы буровых установок

Нефтегазоносные структуры — ловушки, залежи, месторождения

Локальные тектонические структуры

Солянокупольные структуры, соляная тектоника

Методы подсчета запасов нефти и газа отдельных месторождений

Экологические нарушения и катастрофы при разработке УВ

История развития геологии нефти и газа, нефтегазопромыслового дела и освоения отдельных площадей (выбор отдельных регионов — Америка, Африка, ЮЗ Азия, Китай, ЮВ Азия и Океания, Центральная Азия и Прикаспий и др.)

История проведения Международных и Мировых нефтяных, газовых и энергетических конференций (с указанием даты и места их проведения)

Примечание: Рефераты обязательно должны включать структурно-геологические карты и разрезы отдельных регионов и месторождений, схемы тектонического и нефтегазоносного районирования, другой графический и иллюстративный материал.



## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА, НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО ОСВОЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ: ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ**

6 тыс. лет до н.э. Кустарные промыслы по добыче нефти существовали в это время на Ближнем Востоке (бассейн р. Евфрат).

3 тыс. лет до н.э. В одном из древних государств шумеры использовали естественный битум в качестве связывающего материала при кладке кирпича и смолении лодок.

III—II тысячелетие до н.э. Битум использовался для обеспечения водонепроницаемости бассейнов в селении Мохенджо-Даро (долина Инда).

2 тыс. лет до н.э. В Крыму использовались источники нефти.

III—IV ст. до н.э. На Керченском п-ове Крыма греки собирали нефть на поверхности и в колодцах для приготовления секретного оружия, которое упоминается в истории под названием «греческий огонь». Кроме военного дела нефть в Крыму использовали также для освещения жилья, маяков, для строительства и в медицинских целях, что содействовало появлению здесь древнейших нефтепромыслов.

Несколько столетий до н.э. В Китае (провинции Юнань и Шанси) добывали газ. Уже в IV ст. до н.э. китайцы использовали бамбуковые трубопроводы для подачи природного газа в помещения.

XIII ст. «Скельна олия» известна на Галичине (Украина).

Арабский исследователь и путешественник Ад-Дин Димашки писал: «Есть на Каспийском море остров, на котором находится большой вулкан, из которого огонь, подобный огромной высокой свечке».

1466—1472 гг. Тверской купец и путешественник Афанасий Никитин наблюдал «неугасимый огонь» возле селения Сурахан (Азербайджан), где использовался подведенный к храму огнепоклонников природный газ.

1617 год. Первые упоминания о добыче нефти в Карпатах содержатся у Эразма Сикста, который в своих дорожных записках сообщал о «копании» ее возле Дрогобыча. В 1721 г. Г. Ржочинский описывает добычу нефти в Рунгурах на Покутье, а также в селах Стебник и Ясеница Сольна на окраинах Дрогобыча.

1771 год. При углублении соляной шахты возле Слободы Рунгурской (Ивано-Франковская область) с глубины 24 м была получена

нефть; это знаменовало начало ее добычи на Украине. На территории Надвирнянского района Ивано-Франковской области был основан первый нефтяной промысел, но примитивные методы добычи удовлетворяли лишь скромные потребности крестьян. В 1850–1870 гг. в разработку были введены Бориславское, Битков-Бабченское, Сходницкое и др. месторождения. В 1909 г. добыча нефти достигла почти 2 млн т, что составляло 5 % мировой; опережали этот украинский регион только Россия и США.

1778 год. Было открыто месторождение битумов Атабаска, которое расположено на склоне Канадского щита.

Джон Пристли впервые получил гидрат газа в процессе барбока-ротажа  $\text{SO}_2$  через воду при атмосферном давлении и температуре, близкой к  $0^\circ\text{C}$ . Через 33 года аналогичным образом гидрат хлора получил Гемфри Деви, первым назвав эти кристаллы гидратом.

1813 год. Во Франции месторождение нефти Пешельброн начало разрабатываться шахтным способом.

1821 год. В сланцевых отложениях были выявлены пористые породы с большим содержанием органики, необходимой для образования нефти и газа. Первая коммерческая газовая скважина в сланцевых породах была пробурена тогда в США Вильямом Хартом, которого в той стране считают «отцом природного газа». С началом активного промышленного освоения нефти, а затем и газа из обычных нефтегазовых месторождений, интерес к сланцевому газу был практически потерян. О нем вспомнили лишь в 1980 гг.

На территории США природный газ был применен в городе Фредонии для освещения, а в городе Питсбурге как топливо на металлургических предприятиях.

1823 год. Братья Дубинины построили первую нефтеперегонную установку в Баку, из которой получали керосин.

1848 год. Из скважины, пробуренной в Баку на месторождении Бибиэйтат, ударил нефтяной фонтан.

1852 год. Польский провизор из Львова Игнат Лукасевич разработал способ перегонки нефти, получил керосин и изобрел керосиновую лампу; это в значительной степени стимулировало поиски нефтяных месторождений с применением более прогрессивных методов бурения на Галичине. В 1886 г. открыто крупное на то время в Европе Бориславское месторождение на Львовщине.

1853 год. В пределах Северокарпатской нефтегазоносной провинции начата кустарная добыча нефти (месторождения Ропнянка, Ропчице, Бубрка, Иванич и др.); эта НГП является сейчас основной в Польше.

1856 год. Начата эксплуатация бориславских отложений озокерита; глубина добычных шахт достигала 140 м. В 1893 г. открыта нефтяная залежь в менелитовых отложениях.

1859 год. В Пенсильвании (США) вблизи нефтяного источника была пробурена первая в мире нефтяная скважина и с глубины 21 м получен фонтан нефти. Ныне на Североамериканском континенте открыто около 29 тыс. месторождений нефти и газа.

1862 год. Важным моментом в истории бурения стало появление станка с вращающимся полым буром, алмазной коронкой и промывкой забоя скважины водой. Такое колонковое бурение позволяло получать керн.

1864 год. На отдельных площадях Крыма были созданы небольшие нефтепромыслы, где производилась ее добыча. История освоения региона может предполагаться с глубокой древности, так как находки амфор с нефтью известны еще в могильниках Боспорского царства.

В Западнокубанском прогибе в долине р. Кудак, вблизи г. Анапа в 1864 г. была пробурена механизированным способом первая скважина, из которой получен фонтан нефти из неогеновых отложений. В 1893 г. первая нефть из среднемиоценовых отложений была получена на Старогрозненском месторождении Терско-Каспийского прогиба. Это знаменовало начало освоения Предкавказской нефтегазоносной провинции.

1866 год. Французским химиком М. Бертло были высказаны взгляды, что углеводороды образовались в глубоких недрах Земли из минеральных веществ, послужившие позднее развитию представлений о неорганическом их происхождении.

1870 год. На островной части Японии в области Акита было открыто первое нефтяное месторождение, в 1912 г. – первое газовое. В 1959 г. в пределах акватории острова открыто нефтяное месторождение. В пределах НГО Акита открыто около 50 нефтяных и 3 газовых мелких месторождения. В НГО Ниигата открыто 73 месторождения: 55 нефтяных и 18 газовых; все они мелкие.

1870-е годы. В пределах Западнотуркменской НГО осуществлялась промышленная разработка месторождений Челекен, Небитдаг. Добыча нефти из колодцев осуществлялась здесь еще в XVII ст.

1873 год. В Азербайджане получена первая нефть на Балаханно-Сабунчинской площади Апшеронского п-ова. В 1949 г. на месторождении Нефтяные Камни получены притоки нефти, что знаменовало начало активного освоения нефтегазоносных акваторий республики.

1877 год. Д.И. Менделеевым была сформулирована первая научная гипотеза происхождения нефти и газа; она получила название карбидной, так как предполагала образование углеводородов за счет реакции подземных вод с углеродом, имеющимся в карбидах металлов.

1878 год. В Южной Америке начаты нефтепоисковые работы, хотя выходы нефти известны здесь еще с XVII ст. Промышленные месторождения нефти и газа выявлены в Аргентине, Боливии, Бразилии, Венесуэле, Колумбии, Перу, Тринидад и Тобаго, Чили, Эквадоре, Гвиане и др. Ведущее место среди них занимает Венесуэла, затем Аргентина.

Братья Нобель по предложению Д.И. Менделеева строят первый металлический нефтепровод длиной 12,5 км в районе Баку. В 1887 г. первый магистральный нефтепровод большой длины был построен у реки Делавер (США). В конце 1890 г. в районе Бакинских нефтяных промыслов уже использовалось 38 нефтепроводов общей протяженностью более чем 300 км.

Первоначально среди исследователей были распространены взгляды о приуроченности залежей нефти к крупным пустотам типа пещер (С.О. Гулишамбаров, 1878) или же к трещинам и разломам (Г.В. Абиx, 1847; Н.В. Соколов, 1896; А.П. Иванов, 1905 и др.). Такие же представления были и у зарубежных исследователей (Линд, 1865; Л. Мразек, 1902). Впервые на приуроченность нефтяных залежей к антиклинальным структурам указывали русские ученые Гернгросс Второй (1837), Г.В. Абиx (1847, 1867), а затем В.И. Мушкетов (1886), Н.И. Андрусов (1906) и др.

1887 год. В Баку было создано техническое училище, преобразованное в 1920 г. в Бакинский политехнический институт; с 1992 г. Азербайджанская государственная академия (АГНА).

Д.И. Менделеев, изучая технологию добычи угля и данные о пожарах в шахтах Донбасса и Урала, пришел к выводу о возможности газификации угля на месте его залегания путем сжигания угля под землей и выведения посредством скважин продуктов сжигания на поверхность в виде газов для дальнейшего использования.

Выброс воды с газом наблюдался в скважине у с. Георгиевка (25 км от Мелитополя). Поисково-разведочные работы выполнялись здесь в 1929–1936 гг. (52 скважины), 1944–1948 гг. (42 скважины) и в 1981–1986 гг. Запасы газа подсчитывались в 1948 и 1993 гг. Месторождение названо Приазовским.

1889 год. На Апеннинском п-ове было открыто первое промышленное нефтяное месторождение в районе Монтешино-Велия; всего

в Апеннинской НГП открыто и разрабатывается более 100 месторождений нефти и газа. В Паданской НГО, приуроченной к обширной впадине в бассейне р. По, начиная с 1948 г. открыто более 70 газовых и 3 нефтяных месторождения, из которых 15 газовых месторождений расположены в субаквальной части моря на глубине до 30 м.

Э. Ортон впервые использовал термин «ловушка» для объяснения условий залегания нефти в штате Огайо и Индиана (США). Позднее этот же термин использовал Е. Макколоф (1934), чтобы объяснять залегание нефти в разнообразных условиях: с асфальтовым покрытием, линзами, локальной сменой пористости. Затем он нашел широкое применение в отечественной литературе: Н.Б. Вассоевич (1952), И.О. Брод и Н.А. Еременко (1956) и др.

1891 год. Начата добыча нефти в Мьянме; ныне эксплуатируется здесь только 6 месторождений, крупнейшим из которых является Манн.

1896 год. В США открыты первые месторождения нефти в пределах материковой части Примексиканской НГП; на шельфе такие месторождения открыты в 1938 г. Наиболее крупные месторождения в американской части провинции (Ист-Тексас, Агуа-Далс-Страттон, Картидж, Олд-Ошен, Кайю-Айлендс) открыты в 1930 гг., а в мексиканской части (Бермудес, Ирис-Хиральдас, Кантарель) — в 1970 гг. Всего в бассейне выявлено свыше 5000 нефтяных и 4000 газовых и газоконденсатных месторождений; из них около 95 % в США. Первые скважины с плавающей баржи в Мексиканском заливе были пробурены в 1933 г.

1898 год. Добыча нефти в России превысила добычу ее в США, составив 50,5 % и 43,6 % соответственно. С 1902 г. США вновь перегнали ее, уступив Советскому Союзу, затем России лишь с 1975 г.

1899 год. Начато освоение Ассамской впадины (НГО) в пределах Индо-Гангской НГП. Всего в области открыто более 15 нефтяных месторождений и несколько газовых. В 1955 г. открыто первое газовое месторождение Силхет в юго-западной части Бенгальской НГО. Всего в пределах области выявлено 6 нефтяных и 16 газовых месторождений данной Индо-Гангской провинции.

Азербайджан вышел на первое место в мире по добыче и переработке нефти, давая почти половину мирового получения этого продукта. В годы Второй мировой войны 75 % нефти, добываемой в СССР, приходилась на долю Азербайджана.

Получена нефть из месторождения Карашунгул; ныне оно считается старейшим нефтяным месторождением Казахстана.

1900 год. Мировая добыча нефти составляла почти 20 млн. т, из которых на Россию приходилось 53%, а на США 43%. В 1950 г. она достигла уже 520 млн. т, а в конце этого столетия составляла около 3500 млн. т.

В Париже состоялся I Международный нефтяной конгресс, начавший систематическое проведение таких мероприятий. II МНК проведен в 1905 г. в Бельгии (Льеж), III — в 1907 г. в Румынии (Бухарест). С 1933 г. начато проведение аналогичных мероприятий, названных Мировыми конгрессами.

1901 год. Одна из скважин на солянокупольном месторождении Спиндлтоп в пределах Внутренней НГО Северной Америки с глубины 335 м дала из кепрока мощный нефтяной фонтан. Ныне в пределах области открыто около 1000 месторождений, связанных с соляными диапирами.

Геологический комитет России начал систематическое изучение нефтеносных районов Кавказа; в комитете были образованы отраслевые секции, в том числе Нефтяная, в которой принимали участие И.М. Губкин, Д.В. Голубятников, К.П. Калицкий, С.И. Мионов, Н.Н. Тихонович и др.

1903 год. Российскому ученому М.С. Цвету принадлежит честь открытия метода хроматографии, который позволил изучать состав углеводородных газов.

Б.Б. Голицыным изобретены электросейсмографы, преобразующие механическую энергию упругих волн в электрическую, которые в настоящее время используются в разведочной сейсмике.

1905 год. В США впервые был применен роторный способ бурения, который постоянно совершенствовался. Турбинный способ бурения скважин был разработан в СССР; в 1923 г. М.А. Капелюшников создал турбобур с одноступенчатой осевой турбиной и уже в 1924 г. в Азербайджане была пробурена первая скважина с помощью этого турбобура.

Следующим этапом в совершенствовании процессов бурения была разработка конструкции забойного двигателя — электробура, разработанного в 1937–40 гг. в СССР А.П. Островским, Н.Г. Григоряном, А.А. Богдановым.

1906 год. Г.П. Михайловский (1906), Н.И. Андрусов (1908), А.Д. Архангельский (1925, 1928), П. Траск и Х. Пэтнот в США (1932, 1929) считали, что нефтегазообразование происходит в основном в глинистых осадках, обогащенных органическим веществом и накапливающимися в морских и прибрежно-морских условиях.

1907 год. В южной части области (прогибе) Сураат в пределах НГП Большого Артезианского Бассейна Австралии начаты

геологоразведочные работы, а в северной части — в 1975 г. В пределах области открыто около 50 нефтяных, газонефтяных и газовых месторождений.

1908 год. Открыто первое нефтяное месторождение в Иране (Месджеде-Солейман); добыча нефти из скважин началась в стране с 1913 г. В Ираке это началось с 1927 г. В 1935 г. добыча нефти из НГБ Персидского залива составила 10 млн. т, а в 1960 г. — 250 млн. т. В бассейне выявлено свыше 140 нефтяных и более 10 газонефтяных месторождений.

1911 год. Открыто первое нефтяное месторождение Эмбы — Доссор, которое знаменовало начало систематического изучения солянокупольных структур и данной территории Прикаспия.

1912 год. Промышленные притоки природного газа были получены в Прикарпатье (Калуш), а в 1921 — в Дашаве; с 1924 г. «большой газ» получен на Дашавском месторождении; был введен в строй газопровод Дашава-Стрый, что принято считать началом зарождения газовой промышленности в Украине и примышленно-бытовым освоением этого сырья.

Еще раньше для обогрева котелен нефтяной газ начал использоваться в Сходнице еще в 1904 г., а первый газопровод между Бориславом и Дрогобычем построен в 1911 г.

1913 год. Л. Делоне, а позднее К.И. Богданович (1921) указывали на связь нефтегазовых скоплений с крупными структурными элементами (окраины платформы, молодая складчатость и др.), а также с определенными комплексами палеозоя, мезозоя, кайнозоя.

1914 год. Профессором Тихвинским был предложен газлифтный цикл — способ компрессорной эксплуатации скважин, при котором в качестве рабочего агента используется сжатый газ, выделяющийся из нефти или добываемый из газовых залежей.

1917 год. Впервые разработка нефтяных месторождений шахтным методом в промышленных масштабах нашла применение во Франции (Эльзас); здесь на Пешембронском месторождении началась добыча нефти из дренажных штреков. На начало 1920 г. таким методом было добыто 295 т нефти. В 1930 г. в этом районе были построены три шахты на глубине 150–250 м с длиной горных выработок около 100 км. В 1920 г. началась шахтная добыча нефти из месторождения около Ганновера (Германия), а в 1930 г. на месторождении Сарата-Монтеору (Румыния).

1918 год. Было открыто одно из первых нефтегазовых месторождений Аин-Хамра в пределах Южнорифской НГО. Ныне в пределах этого прогиба Африки открыто около 20 небольших нефтегазовых месторождений.

1919 год. Э. Вудров, Ч. Шухерт, а затем Э. Лидлей (1923) выделили на территории США систему нефтегазоносных провинций (Скалистых гор, Мидконтинента и др.). Позднее понятия о НГП уточнялись Э. Леворсеном (1967), И.Ю. Успенской (1968), А.А. Бакировым (1971) и др.

1920 год. В Московском горном институте по инициативе И.М. Губкина была открыта кафедра нефтяного дела и начата подготовка инженеров нефтяников. В 1930 г. на базе нефтяного факультета МГА был создан МИНХиГП им. И.М. Губкина; ныне это Российский государственный университет нефти и газа.

1922 год. Начата промышленная добыча нефти в Магдаленской НГП на месторождении Инфантас в Колумбии (Южная Америка); ныне здесь открыто более 80 месторождений, преимущественно газонефтяных.

Советские инженеры Н.А. Корнев, С.М. Волох и М.А. Капелюшников впервые в мире построили машину для бурения, в которой двигатель был помещен в самой скважине, рядом с буровым инструментом. В этом станке, названном турбобуром, вода не только вымывала шлам, но и вращала бур.

1923 год. Открыто первое на Сахалине Охинское месторождение; ныне здесь известно около 70 месторождений нефти и газа, из которых 7 на морском шельфе.

На территории Ирака в 1923 г. было открыто первое промышленное нефтяное месторождение Нафтхане. В 1927–1930 гг. здесь было открыто газонефтяное месторождение Киркук, которое оказалось одним из крупнейших не только на Ближнем Востоке, но и в мире. В Южноиракской НГО в 1938 г. было открыто газонефтяное месторождение Ага-Джари. Все это составило основу Месопотамской нефтегазоносной провинции, в составе которой обособляются НГО: Южноиранская с месторождениями-гигантами Ага-Джари, Пазанун, Ахваз, Гач-Саран, Марун, Хафт-Кел, Североиранская, Северосирийская (в 1956 г. было открыто месторождение Карачок) и Диарбакирская (20 месторождений, крупнейшие из которых Сельмо, Силиванка, Бати-Раман, Куркан, Бейбан и др.).

Советским изобретателем В.С. Воюцким был предложен метод отраженных волн, являющийся наиболее распространенным в сейсморазведке, преимуществом которого является широкая область применения. Он получил наибольшее распространение при поисках, а также детальном изучении нефтеносных структур на суше и на море.

1924 год. В Каспийском море были пробурены первые морские скважины на искусственной деревянной платформе. В 1933 г.



аналогичные скважины были пробурены с плавающей баржи в Мексиканском заливе (США). С 1925 г. началось освоение морских месторождений Каспия. В 1949 г. были открыты морские месторождения Нефтяные Камни, затем банка Дарвина и Грязевая сопка. С середины 1960 гг. морская добыча стала в Азербайджане основной. В 1958 г. работы на морских нефтепромыслах проводили только четыре страны. В 1960 г. поиски нефти и газа на шельфе осуществляли 15 стран, а в 1973 г. — около 100 стран. В 1980 г. более 40 стран имели морские нефтепромыслы. Ожидалось, что к 2010 г. в море будет добываться до 60 % всей нефти.

Первое нефтегазовое месторождение Габиян было открыто в 1924 г. в Ронской нефтегазоносной области (грабенообразной впадине) Франции.

В пределах впадины Гипсленд (Австралия) открыто первое нефтяное месторождение Лейкс-Энтранс; ныне в этой НГП известно 7 нефтяных, 11 нефтегазовых и 3 газовых месторождения.

1925 год. А.Д. Архангельским (1925, 1927) были проведены исследования, посвященные разработке теории нефтематеринских свит на основе изучения содержания и условий накопления рассеянного органического вещества в осадочных образованиях. Они способствовали широкому распространению гипотезы об образовании нефти в недрах в особых нефтематеринских свитах. О приуроченности скоплений УВ к определенным литолого-стратиграфическим комплексам в пределах крупных регионов писали также И.М. Губкин (1932, 1939), И.О. Брод (1948, 1951), А.А. Бакиров (1948, 1954), В.Е. Хаин (1954), А.А. Трофимук (1955), М.Ф. Мирчинк (1956), А.В. Ульянов (1960), Л.А. Польстер (1963) и др.

1928 год. Было открыто нефтяное месторождение Кирикере в пределах Матуринской НГО Венесуэльско-Тринидадской НГП. В 1938 г. в этой же области было открыто нефтяное месторождение Хусепин.

По инициативе И.М. Губкина при Московском отделении Геолкома создается специальная комиссия для изучения перспектив нефтегазоносности Урало-Поволжья.

1929 год. Первая промышленная нефть в Урало-Поволжье была получена из пермских отложений в районе Чусовских Городков в северной части Предуралья. В 1932 г. из скважин, заложенных в Ишимбаевском районе Башкирии, забили мощные фонтаны нефти. В 1944 г. в Туймазинском районе Башкирии из богатых девонских пластов заработал первый за пределами Кавказа район крупной добычи нефти. В 1950–1960 гг. началась актив-

ная разработка крупных нефтяных месторождений в Урало-Поволжье, названном «Вторым Баку». В 1960 г. удельный вес этой НГП в общесоюзной добыче составлял 60 % против 7 % в 1940 г. Ныне в пределах Волго-Уральской НГП выявлено около 900 месторождений нефти и газа, из которых 700 — нефтяные.

Один из первых крупных аварийных газовых фонтанов произошел в долине р. Морени на территории Румынии; пожар горел более полутора лет.

1929—1930 годы. Из Геологического комитета СССР было выделено несколько самостоятельных институтов: угольный, нефтяной, черных металлов, цветных металлов и др. Геологический комитет был преобразован в Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт (ЦНИГРИ); в 1939 г. ЦНИГРИ преобразован в Геологический всесоюзный научно-исследовательский институт (ВСЕГЕИ, ныне Всероссийский).

1930 год. Открыто нефтяное месторождение Ист-Техас (Восточный Техас) в США. Оно является вторым по запасам в стране и приурочено к крупной ловушке стратиграфического типа протяженностью около 70 км.

Начатая активная его эксплуатация обусловила перепроизводство нефти в стране и ее сильное обесценивание, что способствовало начавшемуся здесь экономическому кризису.

1930—1933 годы. Дж. Бардин и Петерс впервые использовали геофизические методы поисков месторождений нефти.

1931 год. Был основан Международный Газовый Союз (МГС, IGU) как некоммерческая, неполитическая и негосударственная организация для развития сотрудничества между нефтегазовыми компаниями и обобщения мирового опыта газовой промышленности. Он является организатором Всемирных газовых конференций, проводимых с 1931 г. раз в три года.

В Баку впервые был прочитан курс нефтепромысловая геология М.Ф. Мирчинком, которая оформилась как самостоятельная отрасль нефтяной геологии в СССР.

1932 год. На острове Бахрейн в пределах Аравийской провинции было открыто первое месторождение нефти, которое начало разрабатываться с 1933 г. В 1948 г. в НГО Хаза открыто месторождение Гхавар. Это стало началом освоения Аравийской НГП.

1933 год. Проведен I Мировой нефтяной конгресс в Лондоне, II в 1939 г. в Париже, III МНК проведен в 1951 г. в Гааге, IV в 1955 г. в Риме, V в 1959 г. в Нью-Йорке, VI в 1963 г. во Франкфурте-на-Майне (ФРГ), VII в 1967 г. в Мехико.

1934 год. Открыто первое нефтяное месторождение Хаудат в пределах Афгано-Таджикской НГО.

Е. Гаммершмидт опубликовал результаты обследования газопроводов США, работа которых усложнялась формированием пробок в зимнее время. Базируясь на лабораторных исследованиях, он показал, что твердые пробки состоят не из льда, а из гидрата транспортируемого газа. Это содействовало резкому росту интереса к газогидратам.

1934 год. В.И. Вернадский впервые в мировой науке разработал основы биогеохимии нефти. Он показал, что соединения углерода, принимающие участие в строении каустобиолитов и в том числе нефтей, представляют собой неразрывную часть геохимической системы круговорота углерода в земной коре, в которой живому веществу биосферы принадлежит основная роль.

И.М. Губкин в своем труде «Мировые нефтяные месторождения» разработал принципы выделения крупных нефтегазоносных территорий, впервые подразделив их на провинции, области и районы.

1935 год. При поисках калийного сырья геологической партией АН УССР близ восточной окраины г. Ромны Сумской области были совершены первые находки нефти; из скважины ручного бурения здесь было отобрано 2 т нефти. Промышленные ее при токи из кепрока Роменского соляного штока, знаменовавшие открытие в 1937 г. месторождения, были получены в 1939 г. Нужно подчеркнуть, что такие находки не были случайными. Уже в 1931 г. Н.С. Шатский напоминал, что наряду с соляными телами в разных регионах возможны находки нефти. В 1933 г. ряд исследователей обосновывали возможность находки во впадине нефти (Д.Н. Соболев, В.И. Лучицкий и др.). В 1936 г. ИГН УССР была проведена специальная конференция на эту тему.

1935–1939 годы. Начало нефтедобычи в ряде стран: Югославии (1935), Австрии (1935), Новой Зеландии (1935), Саудовской Аравии (1936), Венгрии (1937), Китае (1939).

1936 год. В Запорожской области было открыто Приазовское месторождение газа. Первый фонтан газа в пределах Равнинного Крыма получен в 1960 г. на Задорненской площади. В 1961 г. были открыты Октябрьское нефтяное и Глебовское и Карловское газовые месторождения. В начале 1970-х на северо-западном шельфе Черного моря сейсмическими исследованиями была подготовлена система структур под глубокое бурение, и в 1975 г. на поднятии Голицына получен первый фонтан газа на шельфе. Ныне в Южном регионе открыто 43 месторождения, из которых 10 нефтяных

и 26 газовых; 14 месторождений размещаются в пределах акваторий Черного и Азовского морей.

1936—1938 годы. На месторождении Восточный Техас начали внедрять процесс законтурного заводнения; первоначально это проводилось стихийно, но с 1941 г. начато полное внедрение этого метода роста нефтедобычи.

1939 год. Открыто первое крупное газовое месторождение Сен-Марсе в Аквитанской нефтегазоносной области (впадине) Франции. В 1949 г. открыто крупное нефтегазовое месторождение на Лацком поднятии, а в 1954 г. — крупное нефтяное месторождение Паренти.

В провинции Ланкашир Западноанглийской нефтегазоносной области было открыто нефтяное месторождение Формби.

Наркомат топливной промышленности СССР принимает решение о расширении разведочных работ на нефть в Сибири. Организуется большая геофизическая экспедиция и создается Западно-Сибирский геолого-разведочный трест (1940).

1940 год. Инженеры А.П. Островский и Н.В. Александров изобрели и впервые использовали для бурения электробур, в которой колонна труб не вращается, а работает лишь сам буровой инструмент, помещенный в кожух, который заполнен маслом.

1943 год. Первое допущение о существовании газогидратных скоплений в районах вечной мерзлоты Канады сделал проф. Мичиганского университета Д. Катц. В 1946 г. аналогичное допущение высказал проф. И.Н. Стрижов. Через 17 лет Ю.Ф. Макогон после визита в Якутию, где в 1963 г. была пробурена Мархинская скважина, раскрывшая разрез пород с температурой 0°С на глубине 1450 м, также высказал гипотезу о существовании газогидратных скоплений в охлажденных пластах.

1944 год. Создается трест «Крымнефтегазразведка», а также проектно-исследовательский институт «Шельф», что знаменует новый этап изучения и освоения недр этого региона.

1946 год. В Советском Союзе сооружен первый крупный газопровод длиной 800 км от газовых месторождений в районе Саратова до Москвы. В 1948 г. первым значительным газопроводом на территории Украины стал газопровод «Дашава-Киев»; в 1952 г. он был продолжен до Москвы.

1950 год. В мире началось широкое практическое использование природного газа в промышленности и быту. Если в этом году доля газв в мировом энергетическом балансе составила 9 %, то в 1960 г. она увеличилась до 14 %.

В 1950 г. открыто Шебелинское газовое месторождение в ДДВ, которое резко активизировало поисково-разведочные работы во

впадине. С 1956 г. оно введено в разработку; с 1964 г. регион давал большую часть добываемого в Украине газа. Открытие крупнейшего по запасам в Европе Шебелинского месторождения превращало республику в важную газодобывающую территорию.

1951 год. Первые промышленные залежи нефти в Болгарии были открыты в районе г. Тюленово; последующие годы были открыты месторождения Нижнекамчатское газовое, Гиген нефтяное, Долни-Дибник газоконденсатное и др. Площадь эта входит в состав Мийской НГП.

Во Львове на базе существовавшего с 1945 г. Львовского отделения ИГН АН УССР создан Институт геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР. Он имеет отделы — геологии нефти и газа, соляных структур нефтегазоносных областей, проблем глубинных УВ, геологии угля.

1953 год. Было открыто первое газовое месторождение Березовское, а в 1960 г. — первое нефтяное месторождение Шаимское в Западной Сибири. Это знаменовало начало освоения Западносибирской НГП. Всего здесь открыто 350 месторождений, большинство из которых нефтяные и газонефтяные. В пределах провинции выявлено почти 1900 локальных поднятий. Впервые высокую оценку перспектив нефтегазоносности дал акад. И.М. Губкин (1932). В 1948 г. была издана монография «Перспективы нефтегазоносности Западной Сибири» (М.К. Коровин и др.). В 1957 г. в Западную Сибирь была направлена экспертная группа геологов и геофизиков, которая совместно с работниками Тюменского и Новосибирского геологических управлений и НИИ СНИИГИМС и ВНИГРИ проанализировала итоги проведенных работ. В том же 1957 г. Мингео СССР создается межведомственная экспертная Комиссия для рассмотрения состояния поисково-разведочных на нефть и газ в Западной Сибири.

Открыто первое промышленное газовое месторождение Сеталантепе (1953) и первое нефтяное месторождение Жетыбай (1961) в Туранской НГП. Открытием в 1964 г. Базайской группы газовых месторождений в северном Устюрте продолжено оформление Туранской НГП.

Установлена промышленная нефтегазоносность Предальпийской провинции, когда на территории ФРГ были открыты нефтяное месторождение Апфинг и газовое Изен. Всего в НГП открыто около 50 месторождений УВ, половина из которых — нефтяные.

1954 год. До этого времени более 80 лет первое место в стране по добыче нефти занимал Азербайджан. В 1955 и 1956 гг. эту республику обогнала Башкирия, а в течение 1957–1973 гг. первое место

занимал Татарстан. С 1974 г. на первое место по добыче нефти вышла Западная Сибирь.

Создан Международный нефтяной консорциум — организация крупных нефтяных трестов с целью эксплуатации и сбыта иранской нефти. Создание ее было обусловлено национализацией в Иране нефтяных промыслов в 1951 г., что потребовало объединение усилий английской, американской и других компаний в борьбе за получение ее нефти.

1950-е годы. В Западноафриканской НГП открыты первые нефтяные месторождения. Ныне здесь известно более 100 месторождений, из которых в Нигерии — 70, в Габоне — 16, в Анголе — 10 и Конго — 6. Открыты большие месторождения в шельфовой зоне Атлантики вблизи берегов Дагомеи, Сенегала, Камеруна, Анголы, Габона и др. Все это превратило Западноафриканское побережье в богатую НГП.

Начало нефтедобычи в Чили (1950), Болгарии (1954), Анголе (1956), Пакистане (1956), Ираке (1957), Боливии (1957), Марокко (1959).

Середина 1950-х годов. В США для литологических построений впервые Р.Г. Нанц был использован каротаж, который неоднократно применялся при поисках литологических ловушек (С.Д. Пирсон, С. Сайта и др.). В Советском Союзе аналогичные работы начали применяться в 1960—1970 гг. (В.С. Муромцев и др.).

1955 год. Было открыто первое месторождение нефти Олонбири в Нижненигерийской НГО. К 1975 г. здесь было выявлено 185 нефтяных и 5 газовых месторождений, из которых более 30 находятся в пределах акватории Гвинейского залива.

1956 год. После открытия в Африке месторождения нефти Хасси-Мессауд и газа Хасси-Р'Мель положение на этом ранее считавшемся малоперспективным континентом резко изменилось. Если в 1950 г. общая добыча нефти составляла здесь 2,2 млн т, 90 % которой давал Египет, то в 2000 г. она достигла уже 350 млн т. В начале 2001 г. к основным нефтегазодобывающим странам Африки принадлежали Нигерия, Ливия, Алжир и Египет.

Открыто первое нефтяное месторождение в Центральноалжирской НГО, а в 1969 здесь уже было выявлено более 30 месторождений, среди которых такие гиганты, как нефтяное месторождение Хасси-Мессауд, газоконденсатное Хасси-Р'Мель и др.

Открыта Лено-Вилуйская нефтегазоносная провинция в западной части Якутии, когда значительные притоки газа в 1956 г. получены на Усть-Вилуйском газоконденсатном месторождении. Ныне здесь известно более 10 газоконденсатных месторождений.

1958 год. В нефтегазоносной области Парижской впадины было открыто крупное нефтяное месторождение Кулом и получена нефть на месторождении Шаторенар. В последующие годы на юго-востоке от Парижа открыта еще система нефтяных месторождений; общее количество около 10.

Начиная с 1958 г. в Камбейской НГО Индийской НГП выявлено около 53 месторождений (43 нефтяных и 10 газовых); из них в границах акваторий размещено 18 (13 нефтяных и 5 газовых).

1959 год. В северо-восточной части Нидерландов, в провинции Гронинген открыта система месторождений газа, в том числе гигантское — Слохтерен (Гронинген), которое входит в число крупнейших месторождений мира, является наибольшим в Европе. Это знаменовало формирование Североморской НГО.

Открыто наибольшее нефтяное месторождение Дацин (Дадзин) в Сунляоской НГО Восточнокитайской НГП.

В Ташкенте (Узбекистан) создан Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений; он задуман как Среднеазиатский НИИ.

В 1970 г. создан Среднеазиатский научно-исследовательский и проектный институт нефти.

1960 год. Создана организация стран — экспортеров нефти (ОПЕК); в 1965 г. был принят ее устав, в который многократно вносились изменения. Членами ОПЕК являются Алжир, Венесуэла, Габон, Индонезия, Иран, Ирак, Катар, Кувейт, Ливия, Нигерия, ОАЭ, Саудовская Аравия. Целью организации являются координация и унификация нефтяной политики государств-членов, охрана окружающей среды и др.

На Задорненской площади был получен первый в Равнинном Крыму фонтан газа. Вскоре были открыты Октябрьское нефтяное и Глебовское и Карловское газовые месторождения (1961). Все это позволило проложить первые в Крыму газопроводы (1966—1967).

В 1976 г. вся крымская система газоснабжения была объединена с общереспубликанской.

На базе геофизических станций и геофизического отдела ИГН АН УССР в Киеве создан Институт геофизики, носящий ныне имя С.И. Субботина. Этот НИИ НАНУ выполняет фундаментальные и прикладные разработки: от выявления новых нефтегазоносных и рудоносных районов до теоретического осмысления полученных результатов.

1961 год. Начаты поисково-разведочные работы на о-ве Тайвань. Первую морскую скважину пробурили в 1973 г.; в 1975 г. открыто

нефтяное месторождение СДА в центральной части пролива, а в 1979 г. нефтегазовое месторождение КДА в северной ее части. Всего в Западнотайванской НГО выявлено более 20 месторождений нефти и газа.

1962 год. Открыто месторождение Марковское, на котором нефть получена из кембрийских отложений. Это стало началом освоения Восточносибирской НГП страны, в пределах которой выявлено более 20 месторождений.

1963 год. В Ивано-Франковске образован филиал Львовского политехнического института, ставший в 1967 г. самостоятельным вузом. Ныне это Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа — крупнейший в Украине вуз, готовящий инженерные кадры для нефтегазовой отрасли. В его составе 2 НИИ.

Открыто первое в пределах Припятской НГО Белоруссии Речицкое месторождение нефти.

Из скважины № 6 на Кегичевском газовом месторождении ДДВ на глубине 2000 м произошел мощный выброс газа, перешедший в открытый фонтан; на месте, где стояла буровая, образовался кратер диаметром в 60 м.

1964 год. На территории Украины начато создание подземных газовых хранилищ (ПХГ); в настоящее время их существует 13. Газотранспортная система является одной из мощнейших в мире, как по протяженности, так и по объему транзита газа, которая включает 36,7 тыс. км газопроводов, 72 компрессорные станции, систему газораспределительных и газоизмерительных станций и ПХГ. По своим показателям комплекс занимает третье место в мире (после США и России).

В 1964 г. из Татарии и Куйбышевской области начата подача нефти по Трансевропейскому нефтепроводу «Дружба» на нефтеперерабатывающие и нефтехимические комбинаты Чехословакии, Венгрии, Польши и ГДР; общая протяженность этой нефтетранспортной системы, проходившей через Украину и являвшейся одним из крупнейших подобных сооружений в мире, составляла 5500 км. С открытием Оренбургского газового месторождения в России и подписанием договора между странами СЭВ в 1975 г. было начато строительство газопровода «Союз»; уже в 1978 г. оренбургский газ, проходивший через всю территорию Украины, получали Венгрия, Болгария, Польша, Румыния, ГДР. В 1982 г. было начато строительство сверхмощного газопровода Уренгой-Помары-Ужгород длиной 4450 км, на трассе которого было построено 41 компрессорную станцию. В 1988 г. было завершено строительство еще одного



газопровода «Прогресс», проложенного через Украину, который связал Ямбургское месторождение в Заполярье с западной границей СССР; его протяженность составляет 28,7 тыс. км.

1965 год. В Харькове создан Украинский научно-исследовательский институт природных газов (УкрНИИГаз); с 1959 г. здесь существовал Украинский филиал Всесоюзного НИИ природных газов (ВНИИГАЗа). Является головным институтом в Украине по вопросам геологии, разведки, разработки и эксплуатации газовых месторождений, технологии бурения и освоения скважин, интенсификации добычи, очистки, транспортировки и подземного хранения газа, экономики газовой промышленности.

В МИНХиГП при кафедре теоретической механики организована лаборатория по изучению и обобщению зарубежного опыта нефтедобычи.

1965–1966 годы. Ю.Ф. Макогон, проводя первые экспериментальные изучения условий образования гидратов природного газа в пористой среде в МИНХиГП им. И.М. Губкина, опубликовал эти материалы. Полученные результаты показали возможность образования гидратов в пористой среде земных недр, что было признано открытием.

1967 год. В Мехико проведен VII Международный нефтяной конгресс, в 1971 г. в Москве проведен VIII МНК, в 1975 г. – IX МНК в Токио, в 1979 г. X МНК проведен в Бухаресте, в 1983 г. проходил XI Мировой нефтяной конгресс в Лондоне, в 1991 г. XIII конгресс в Буэнос-Айресе, в 2000 г. в Китае и т.д. В 1980 г. в Мюнхене проведена XI Мировая энергетическая конференция, в 1982 г. в Канаде XII Мировая энергетическая конференция. В 2014 г. планируется проведение в Москве XXI Мирового нефтяного конгресса. Такие мероприятия свидетельствуют об устойчивом международном сотрудничестве в течение всего XX ст., начатые с 1900 г.

1968 год. В среднекембрийских отложениях Прибалтийской НГП выявлены две промышленные нефтяные зоны – Калининградская и Гаргждайская (в Литве).

В Пермской НГП США пробурено 52 скважины глубиной от 5 до 8 км. Самая глубокая скважина фонтанировала с глубины 7,5 км на месторождении Гомец.

1968–1983 годы. Буровым судном «Гломар Челленджер» проводилось исследование дна Мирового океана, которое имело особое значение для нефтяного геологического изучения его дна. За это время было пробурено 514 глубоководных скважин; с 1974 г. в таких исследованиях принимали участие ученые СССР.

1969 год. Выявленное первое газогидратное месторождение Мессояха в Заполярье (Западная Сибирь) введено в промышленную разработку; первая перспективная добыча здесь начата в 1964 г.

1974 год. В США достигнут максимальный уровень нефтедобычи; с тех пор он постоянно снижается, а современный уровень — самый низкий за последние 50 лет.

1975 год. На поднятии Голицына в пределах черноморского шельфа были получены промышленные притоки газа; в 1983 г. здесь начата опытно-промышленная эксплуатация, в 1987 г. — промышленная.

В СССР был принят Закон о недрах, который обязывал пользователя недр обеспечивать полноту геологического изучения, рациональное, комплексное использование и охрану недр, приведение земельных участков в состояние, пригодное для дальнейшего использования в народном хозяйстве.

Глубоким бурением, проведенным судном «Гломар Челленджер», установлена высокая перспективность акватории Черного моря для поисков газогидратов.

1976 год. Китай впервые вошел в первую десятку стран по годовому уровню добычи нефти. В 1980 г. он уже занял 7-е место в мировой добыче, а после 1987 г. прочно занимает 5-е место в нефтедобыче. Он является единственной в мире страной (из 16 самых крупных нефтедобывающих), в которой добыча нефти непрерывно росла за последние более чем 30 лет.

1980 год. Получены первые промышленные притоки газа в Западной Камчатке, на Кшутской площади в Колпаковском прогибе. На Лиманской площади получены промышленные притоки газа с конденсатом. Вместе с данными о нахождении нефти и газа на Сахалине, это позволяет говорить об Охотской НГП, расположенной преимущественно в Охотском море.

1981 год. Организована китайская национальная морская нефтяная корпорация, которой введено в разработку 19 месторождений. Самое крупное нефтяное месторождение Дацин обеспечивает 31 % добычи страны. Рост нефтедобычи в последние годы происходит, главным образом, за счет ее развития на море.

Впервые сайклинг-процесс в промышленном масштабе начал применяться на Ново-Троицком газоконденсатном месторождении; он продолжался 12 лет и принес большой опыт для дальнейшего внедрения этой технологии на других объектах.

1982—1983 годы. Начато строительство крупнейшей в мире системы газопроводов Западная Сибирь—Западная Европа, проходящих также через территорию Украины.

1983 год. ЦК КПСС и Совет Министров СССР была принята Энергетическая программа страны на длительную перспективу, в которой среди важнейших задач, связанных с обеспечением развития топливно-энергетической базы, большое внимание уделено нефтяной и газовой промышленности. Министерствами геологии и нефтяной и газовой промышленности СССР утверждено новое «Положение об этапах и стадиях геолого-разведочных работ на нефть и газ», которое регламентирует последовательность проведения таких работ и является обязательным для всех организаций независимо от ведомственной подчиненности.

1985 год. Открытие Хухрянского месторождения в ДДВ, а затем и Юльевского месторождения (1987) подтвердило наличие промышленных скоплений углеводородов в кристаллических образованиях, существенно расширив территорию поисков.

1991 год. После распада СССР в России началось снижение добычи нефти, которая начала возрастать лишь после 2000 г.

1993 год. Кабинет Министров Украины принял постановление о поисках газогидратов в Черном море и «создании эффективной технологии его добычи и переработки».

1994 год. Вступил в силу Кодекс Украины «О недрах», который регламентирует вопросы охраны природы при эксплуатации месторождений полезных ископаемых, включая УВ.

В США впервые импорт нефти превзошел ее добычу, и с тех пор превосходство величины импорта продолжается.

1998 год. Во Львове издан шеститомный «Атлас родовищ нафти і газу в Україні»; это энциклопедическая работа в области нефтегазовой геологии страны и основных ее регионов, в которой описано 335 месторождений нефти и газа. Информационный массив подан здесь по состоянию на начало 1994 г.

2000 год. Общее число независимых нефтедобывающих стран в мире составляло 93. Среди крупнейших нефтедобывающих стран первой десятки были Кувейт, ОАЭ, Ирак, Саудовская Аравия, Венесуэла, Иран, Ливия, Нигерия, Мексика, Россия, Китай.

2001 год. В России начато проведение работ по широкомасштабной добыче метана из угольных пластов Кузнецкого бассейна в Кемеровской области; в 2009 г. на Талдинском месторождении, которое официально осваивается как метаноугольное, начата опытная эксплуатация семи разведочных скважин.

2003 год. В Тегеране Прикаспийские страны подписали конвенцию по защите морской среды Каспийского моря, загрязняемой преимущественно нефтегазопромысловыми работами.

Президентом Украины подписан указ о реорганизации Министерства экологии и природных ресурсов в Министерство охраны окружающей среды и Государственный комитет природных ресурсов, в функции которого входит геологическое изучение и обеспечение рационального использования недр.

2007 год. Подписано соглашение о строительстве и эксплуатации газопровода «Узбекистан-Китай» протяженностью 625 км.

2008 год. Произошел технологический прыжок — добыча газа из сланцев вышла на промышленный уровень, а США заняли первое место в мире по добыче газа, перегнав Россию. В 2009 г. сланцевый газ составил в США 14 %, а газ угольных месторождений 26 % от общего объема добычи газа. Это позволило говорить о своеобразной «сланцевой революции».

2009 год. Состоялась 24-я Всемирная газовая конференция и выставка в Буэнос-Айресе (Аргентина); они проводятся раз в три года. Начало их проведения произошло в 1931 г. в Лондоне; в 1970 г. такая конференция проведена в Москве, в 2006 г. — в Амстердаме (Нидерланды). На 2012 г. намечена очередная конференция в Малайзии. Организатором этих мероприятий является Международный Газовый Союз (создан в 1931).

2010 год. 31 марта в Российском государственном университете им. И.М. Губкина прошел однодневный международный семинар «Добыча метана из угольных отложений. Проблемы и перспективы».

Комитет Госдумы РФ по энергетике 25.03.2010 провел круглый стол на тему «Перспективы освоения ресурсов сланцевого газа»; участники этого совещания рекомендовали правительству провести оценку газосланцевого потенциала России, изучить передовые технологии его добычи и оценить возможность и перспективы освоения его в стране.

Взрыв на нефтяной скважине в Мексиканском заливе, который рассматривается как одна из крупнейших экологических катастроф.

2011 год. В Катаре проведен 20-й Всемирный нефтяной конгресс и выставка. Его участниками стали 4500 делегатов, 50 глав отраслевых министерств и ведомств разных стран мира, 600 глав крупнейших мировых компаний нефтегазовой отрасли.

*Науково-методичне видання*

**СОЛОВЙОВ** Володимир Остапович  
**ТЕРЕЩЕНКО** Віктор Олександрович  
**ФИК** Ілля Михайлович  
**ЯКОВЛЕВ** Андрій Олегович

**ГЕОЛОГІЯ НАФТИ ТА ГАЗУ**  
*Навчальний посібник*

За загальною редакцією  
*В. О. Соловйова*  
Комп'ютерне верстання  
*О. Г. Безродного*

Підп. до друку 12.11.2012. Формат 60х90/16.  
Папір офсет № 80. Гарнітура «NewtonС»  
Друк офсет. Ум. друк. арк. 9,25. Обл.-вид. арк. 5,49  
Тираж 100 пр.

Видано і віддруковано  
на замовлення **ФОП Глазкової І.М.**  
Свідоцтво про держреєстрацію № 248001700002872 від 12.09.2001